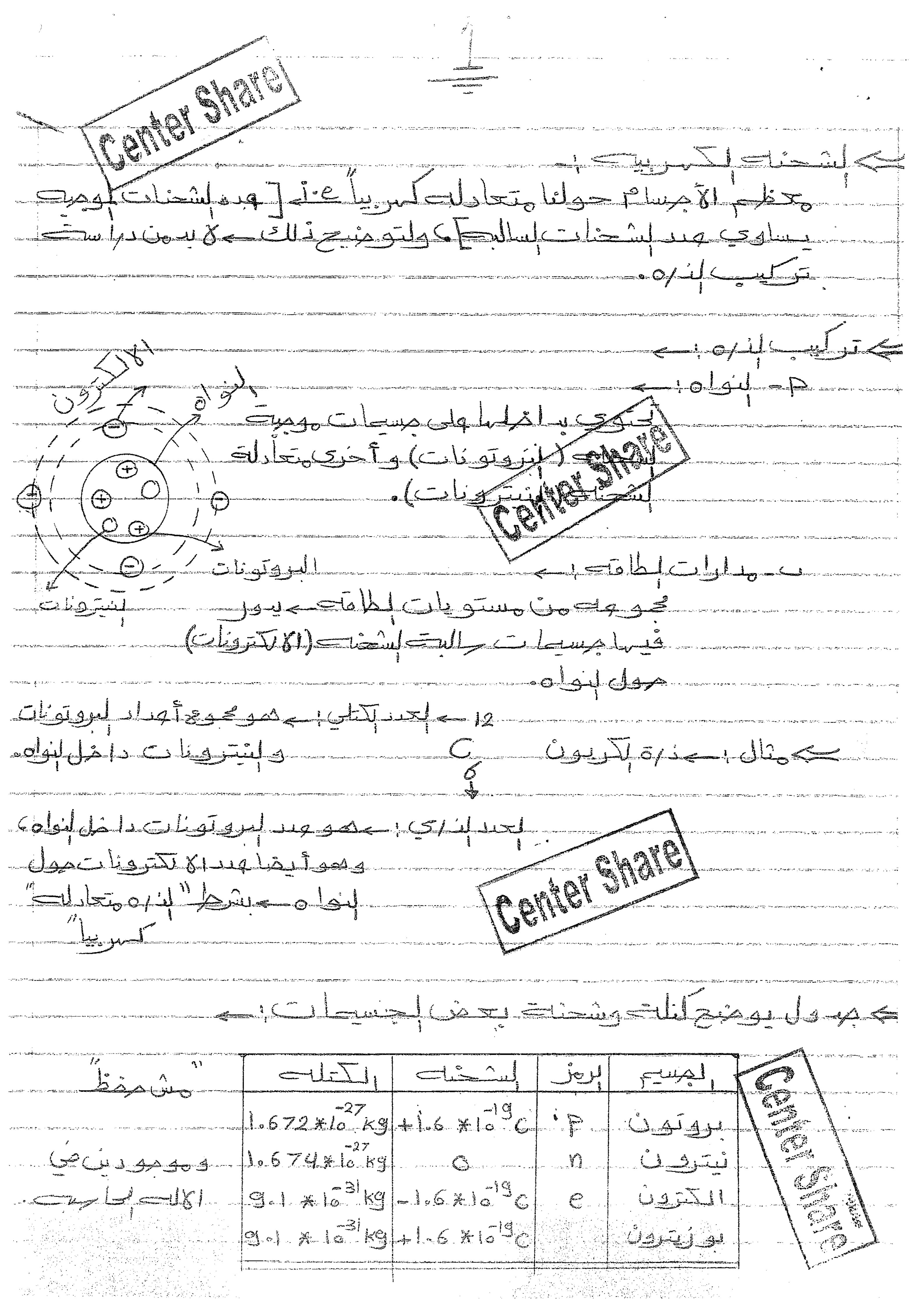
١١

فيزياء

تانوي كويس

CH 1

By
Eng/Khaled



الشحنة الكهربية :-

معظم الأجسام حولنا متعادلة كهربياً ".e.i [عدد الشحنات الموجبة يساوي عدد الشحنات السالبة] ولتوضيح ذلك لابد من دراسة تركيب الذرة.

تركيب الذرة :-

أ- النواه :-

تحتوي بداخلها على جسيمات موجبة الشحنة (البروتونات) وأخرى متعادلة الشحنة (النيترونات).

ب- مدارات الطاقة :-

مجموعة من مستويات الطاقة يدور فيها جسيمات سالبة الشحنة (الالكترونات) حول النواه.

مثال: ذرة الكربون $^{12}_{6}C$

العدد الكتلي :- هو مجموع أعداد البروتونات والنيترونات داخل النواه.

العدد الذري :- هو عدد البروتونات داخل النواه، وهو أيضاً عدد الالكترونات حول النواه بشرط "الذرة متعادلة كهربياً".

جدول يوضح كتلة وشحنة بعض الجسيمات :-

"مش حفظ" وموجودين في الآلة الحاسبة.

الجسيم	الرمز	الشحنة	الكتلة
بروتون	p	$+1.6 \times 10^{-19}$ C	1.672×10^{-27} kg
نيترون	n	0	1.674×10^{-27} kg
الكترون	e	-1.6×10^{-19} C	9.1×10^{-31} kg
بوزيترون		$+1.6 \times 10^{-19}$ C	9.1×10^{-31} kg

بعض الملاحظات :-

1- العدد الذري خاصية مميزة للعنصر لأنه يختلف من عنصر لآخر.

2- العدد الكتلي خاصية غير مميزة للعنصر لأن ربما يوجد عنصران لهم نفس العدد الكتلي

3- النواة موجبة الشحنة :-

*) لأنها تحتوي على بروتونات (موجبة الشحنة) و نيترونات (متعادلة)

4- الذرة متعادلة كهربياً :-

*) لأن عدد الشحنات الموجبة (البروتونات) داخل النواة تعادل عدد الشحنات السالبة (الالكترونات) حول النواة.

5- كتلة الذرة مركزة في النواة :-

*) لأنها تحتوي على البروتونات و النيترونات وكتلتيهما كبيرة جداً بالمقارنة بكتلة الالكترونات التي تدور خارجها.

6- قوة جذب النواة للالكترونات تقل كلما ابتعدنا عنها ، ولذا الالكترونات التي تتحرر تكون من المدارات الخارجية ، ولكي تتحرر الالكترونات لابد أن تكتسب كمية من الطاقة (أكبر من قوة جذب النواة لها).

7- لو الذرة اكتسبت كم الطاقة :- فهي تفقد عدد من الالكترونات ، وبالتالي أصبح عدد البروتونات (الموجبة) أكبر من عدد الالكترونات السالبة ولذا الذرة تصبح موجبة الشحنة وتسمى أيون موجب ، ومقدار الشحنة الموجبة يساوي عدد الالكترونات المفقودة.

لو الذرة اكتسبت الكترون يحدث عكس الكلام السابق وتصبح أيون سالب ، علماً بأن الذرة تفقد أو تكتسب محاولة لإكمال المستوى الخارجي.

8- وعلى ذلك تم تقسيم الشحنات الكهربية الى (شحنات موجبة وسالبة) وأدى ذلك لصياغة ظاهرتين :-

*) الشحنات المتشابهة تتنافر.

*) الشحنات المختلفة تتجاذب.

q- شحنة الالكترون سُمّيت بالشحنة الاولية (وهي أصغر شحنة وتم اكتشافها بمعرفة البني آدمين للعادة).

* فبعد معرفة قيمة هذه الشحنة ← أصبح من السهل معرفة شحنة أي جسم :-

$$q = n\,e$$

الشحنة أي جسم ← q ، n ← عبارة عن عدد مرات تكرار الشحنة الاولية $= \pm 1, \pm 2, \ldots$ ، e ← شحنة الالكترون

*) يُسمى بعلاقة تكميم الشحنة.

← طرق الشحن الكهربي :- "للحصول على أجسام ذات شحنات ($+ve$ / $-ve$)"

1- بالاحتكاك (الدلك) :- (الشرط :- أن تكون الجسمين متعادلين)

*) عند حدوث عملية احتكاك بين جسمين ، سيتولد عنها طاقة حرارية كافية لتحرير الالكترونات.

*) المادة اللي هتفقد الالكترونات (هيكون عليها شحنات موجبة)
والمادة اللي هتكتسب تلك الالكترونات (هيكون عليها شحنات سالبة)

*) مثال :- عند دلك ساق من الزجاج بقطعة حرير فنجد أن الزجاج يفقد الكترونات ←

∴ الزجاج :- تكون عليه شحنة موجبة
الحرير :- " " " سالبة.

← لاحظ :- لو كان الساق معدن ← كنا ستلاحظ عدم تكون أي شحنات عليه ← لأنها هتنتقل لجسم الانسان ، ثم يتم تفريغها في الأرض ← ولذا لابد من مسكها بعازل.

2- بالتأثير (الحث) :- (الشرط :- جسم مشحون وآخر متعادل)

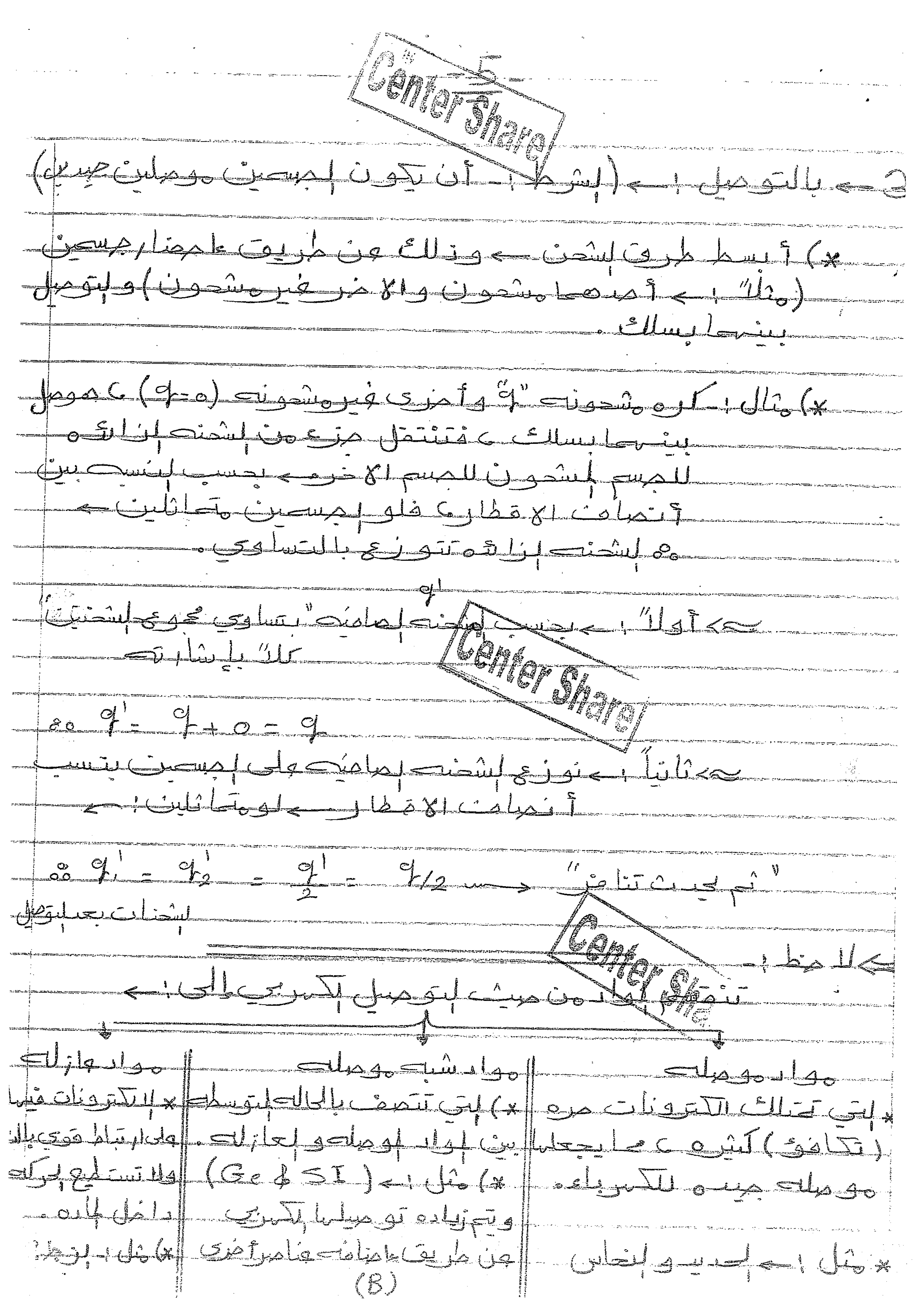
*) عند تقريب جسم مشحون من آخر غير مشحون (متعادل)، فان الجسم المتعادل يكتسب شحنة مخالفة للجسم المشحون وذلك على سطحه القريب من الجسم المشحون، بالرغم من عدم حدوث تلامس.

*) مثال :- لدينا كرة متعادلة كهربياً، كيف نشحنها بشحنة سالبة دون تلامس ؟

← نقرب ساق مشحون بشحنة سالبة من الكرة، فيحدث للكرة اعادة توزيع الشحنات (أي للبروتونات والنيترونات).

← فالشحنات الموجبة (متجاذب) والشحنات السالبة (متنافر)
← نوصل الجهة ذات الشحنات السالبة بالأرض.
← نبعد الساق عن الكرة :- فيتم اعادة توزيع الشحنات الموجبة بشكل عشوائي داخل الكرة.

-1- -2- -3- -4- -5-



٢) بالتوصيل :← (الشرط :- أن يكون الجسمين موصلين جيدين)

*) أبسط طرق الشحن ← وذلك عن طريق إحضار جسمين (مثلاً :← أحدهما مشحون والآخر غير مشحون) والتوصيل بينهما بسلك.

*) مثال :- كرة مشحونة "q" وأخرى غير مشحونة (q=0)، توصل بينهما بسلك، فتنتقل جزء من الشحنة الزائدة للجسم المشحون للجسم الآخر بحسب النسبة بين أنصاف الأقطار، فلو الجسمين متماثلين ←
∴ الشحنة الزائدة تتوزع بالتساوي.

← أولاً :← بحسب الشحنة الصافية "q'" تساوي مجموع الشحنتين كلاً بإشارته

$\therefore q' = q + 0 = q$

← ثانياً :← توزع الشحنة الصافية على الجسمين بنسبة أنصاف الأقطار ← لو متماثلين :←

$\therefore q'_1 = q'_2 = \frac{q'}{2} = q/2$ ← "ثم يحدث تنافر" بين الشحنات بعد التوصيل

← لاحظ :-
تنقسم المواد من حيث التوصيل الكهربي إلى :←

مواد موصلة	مواد شبه موصلة	مواد عازلة
* التي تمتلك الكترونات حرة (تكافؤ) كثيرة، مما يجعلها موصلة جيدة للكهرباء.	*) التي تتصف بالحالة المتوسطة بين المواد الموصلة والعازلة. *) مثل :← (Ge & SI) ويتم زيادة توصيلها الكهربي عن طريق إضافة عناصر أخرى	* الإلكترونات فيها على ارتباط قوي بالنواة ولا تستطيع الحركة داخل المادة.
* مثل :← الحديد والنحاس		*) مثل :- [illegible]

← قانون كولوم :← "لدراسة قوى التجاذب و التنافر بين الشحنات الكهربية الساكنة" ← باستخدام ميزان اللي.

*) تركيب التجربة :←
← كرة معدنية صغيرة تحمل شحنة "q_1" ووزن معادل لكتلة الشحنة لغرض الاتزان ، يتمثلوا بمحور ← متصل بقرص مدرج (ميزان اللي) ← مثبت عليه مؤشر يقيس زاوية الانحراف .

خيط حرير متصل بمؤشر يتحرك على قرص مدرج
وزن معادل
q_1 — r — q_2

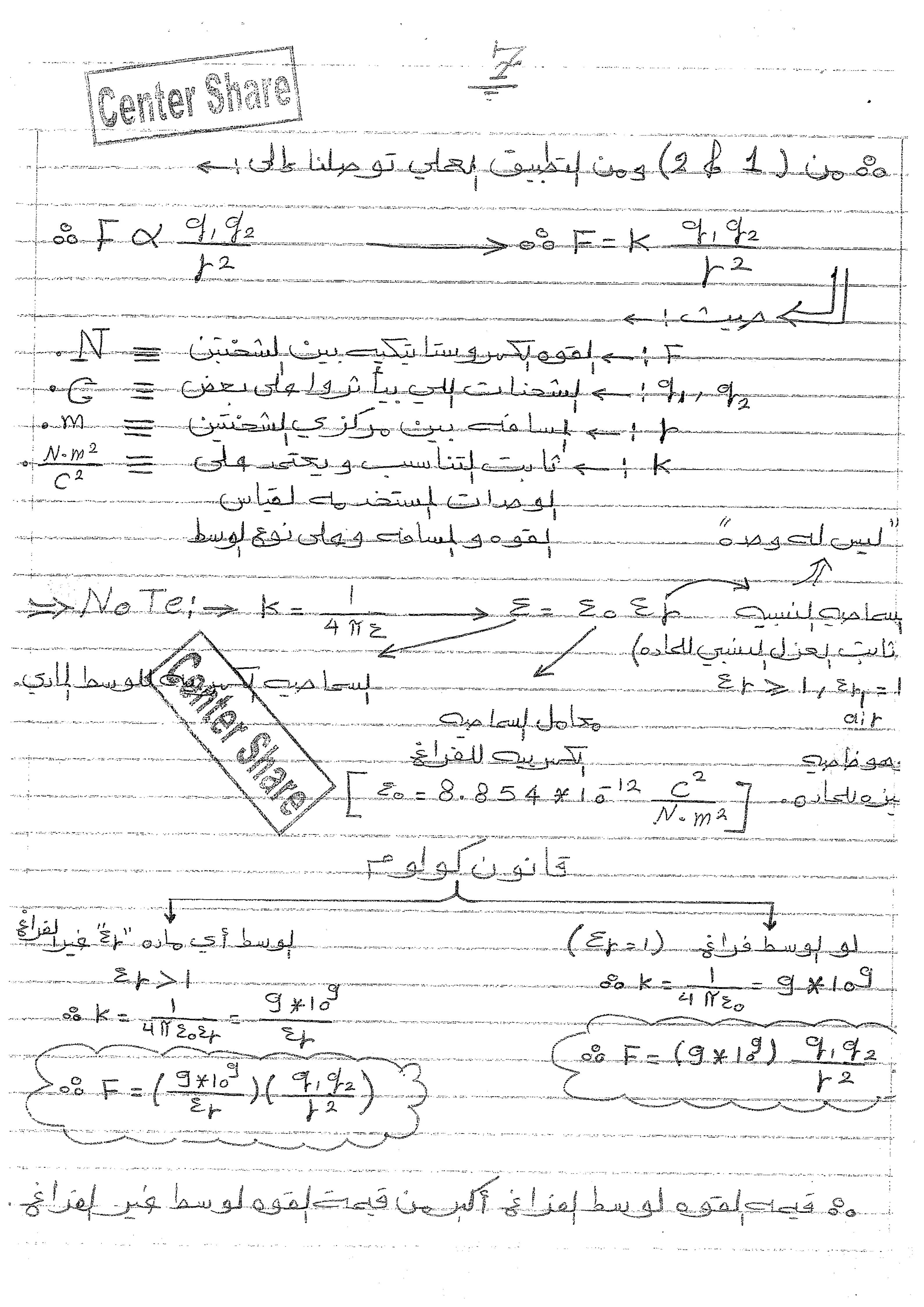
*) فكرة العمل :←
← زاوية انحراف المؤشر تتناسب مع قوة التجاذب أو التنافر المؤثرة على (q_1) بسبب وضع الشحنة (q_2) على مسافة (r) .

*) تحقيق قانون كولوم :←
أ) ← إيجاد العلاقة بين القوة وقيمة الشحنات :←
*) ∴ نثبت المسافة (r) بين الشحنتين ، ونغير قيمة "q_2" ونرصد قيمة زاوية الانحراف ، ومنها قيمة القوة المؤثرة على (q_1) .
*) لاحظنا أن : ← كلما زادت قيمة (q_2) ← تزداد القوة المؤثرة على (q_1)

$$\therefore F \propto q \rightarrow 1$$

ب) ← إيجاد العلاقة بين القوة والمسافة بين الشحنات :←
*) ∴ نثبت قيمة (q_1 ، q_2) ونغير المسافة (r) ، ونرصد قراءات زاوية الالتواء ← ومنها نستنتج قيمة القوة المؤثرة .
*) لاحظنا أن : ← بزيادة المسافة بين الشحنتين ← تقل قيمة القوة

$$\therefore F \propto 1/r \rightarrow 2$$



ومن (1 & 2) ومن التطبيق العملي توصلنا إلى :←

$\therefore F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \longrightarrow \therefore F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$

حيث :←

F : ← القوة الكهروستاتيكية بين الشحنتين ≡ N.

q_1 , q_2 : ← الشحنات التي بيأثروا على بعض ≡ C.

r : ← المسافة بين مركزي الشحنتين ≡ m.

K : ← ثابت التناسب ويحتوي على الوحدات المستخدمة لقياس القوة والمسافة وعلى نوع الوسط ≡ $\frac{N \cdot m^2}{C^2}$.

$\Rightarrow$ NoTe: $\Rightarrow K = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \longrightarrow \varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$

ε ← السماحية الكهربية للوسط المادي.

ε_0 ← معامل السماحية الكهربية للفراغ $\left[\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}\right]$

ε_r ← السماحية النسبية "ليس له وحدة" (ثابت العزل النسبي للمادة) $\varepsilon_r \geq 1 , \varepsilon_r = 1$ air وهو ظاهري بين المادة.

قانون كولوم

لو الوسط فراغ $(\varepsilon_r = 1)$

$\therefore K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9$

$\therefore F = (9 \times 10^9) \frac{q_1 q_2}{r^2}$

الوسط أي مادة "ε_r" غير الفراغ

$\varepsilon_r > 1$

$\therefore K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r} = \frac{9 \times 10^9}{\varepsilon_r}$

$\therefore F = \left(\frac{9 \times 10^9}{\varepsilon_r}\right)\left(\frac{q_1 q_2}{r^2}\right)$

$\therefore$ قيمة القوة لو الوسط الفراغ أكبر من قيمة القوة لو الوسط غير الفراغ.

Center Share

← ملاحظة: ← القانون السابق يحصل منه على مقدار للقوة ولكن القوة كمية متجهة ولذا: ←

$$\therefore \vec{F}_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \hat{r}_{12}$$

القوة المؤثرة من (q_1) على (q_2)

حيث: ←

$\hat{r}_{12}$: ← متجه الوحدة

*) قيمته: ← تساوي الواحد.

*) اتجاهه: ← في اتجاه الخط الواصل من (q_1) لـ (q_2) ومع اتجاه القوة.

*) لا نضع اشارة السالب للشحنة في القانون

*) حيث أن اتجاه القوة ← لابد أن تكون في اتجاه المحاور الاساسية ولذا: ←

$\hat{r}$ → $\pm i$ → F → $\pm x$

→ $\pm J$ → F → $\pm y$

→ $\pm K$ → F → $\pm Z$

← الحالات التي ممكن تنتج من التجاذب والتنافر: ←

← لاحظ: ←

يتم تطبيق قانون كولوم على الشحنات النقطية فقط (وهي الشحنات التي تكون أبعادها صغيرة جداً ← بالمقارنة بالمسافة الفاصلة بين الشحنات).

مثال "1" :

إذا كانت المسافة بين الالكترون والبروتون في ذرة الهيدروجين تساوي ($5.3*10^{-11}$ m) ، فما مقدار القوة الكهربية ؟

<< Sol >>

$q_1 = q_e = -1.6*10^{-19}\,C$ ، $q_2 = q_p = +1.6*10^{-19}$, $r = 5.3*10^{-11}\,m$

$$\therefore |F_{12}| = |F_{21}| = \frac{k\,q_1 q_2}{r^2} = \frac{(9*10^{9})*(1.6*10^{-19})^2}{(5.3*10^{-11})^2}$$

$$= 8.1*10^{-8}\,N.$$

مثال (2) : مهم

كرتان مشحونتان وموضوعتان على المحور السيني كما في الشكل ، بحيث كانت الشحنة ($q_1 = 2*10^{-9}C$) على بعد (2cm) من نقطة الأصل ، والشحنة ($q_2 = -3*10^{-9}C$) على بعد (4 cm) من نقطة الأصل .

أحسب محصلة القوة المؤثرة على شحنة ($q_3 = 5*10^{-9}C$) عند نقطة الأصل وبين اتجاه محصلة ؟

<< Sol >>

$q_1 = 2*10^{-9}\,C$ ، $q_2 = -3*10^{-9}\,C$ ، $q_3 = 5*10^{-9}\,C$

$F_T|_{q_3} = ?$

← هندرس تأثير كلاً من (q_1 ، q_2) على (q_3) كل وحدة لوحدها ثم نجمع جمع اتجاهي .

*) From (q_1 , q_3)

$$\therefore |F_{13}| = \frac{k\,q_1 q_3}{r^2} = \frac{(9*10^{9})(2*5)(10^{-18})}{(0.02)^2}$$

$$= 2.25*10^{-4}\,N$$

$$\therefore \vec{F}_{13} = -2.25*10^{-4}\,\hat{i}\ \ \underline{N}$$

$\Rightarrow$ ∴ From $(q_2 - q_3)$; $\rightarrow$ ∴ $|F_{23}| = \frac{k q_2 q_3}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(3 \times 5)(10^{-12})}{(0.04)^2}$

$= 0.84 \times 10^{-4}$ N.

∴ $\overline{F_{23}} = +0.84 \times 10^{-4}$ J N.

$\Rightarrow$ ولحساب القوة المحصلة :- (بقدر أجمع وأطرح لو كانوا في اتجاه المحاور الاساسية)

$\Rightarrow$ ∴ $\overline{F_T}|_{q_3} = F_{23} - F_{13} = (0.84 \times 10^{-4}) - (2.25 \times 10^{-4})$

$= \ominus 1.14 \times 10^{-4}$ i N

$\hookrightarrow$ أي أن المحصلة في الاتجاه السالب لمحور (X)

∴ $|F_T|_{q_3}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(1.14 \times 10^{-4})^2 + 0} = 1.14 \times 10^{-4}$ N

$\Rightarrow$ مثال (3) : ③

اعتبر ثلاث شحنات نقطية موضوعة على رؤوس مثلث قائم الزاوية كما في الشكل ، بحيث كانت الشحنة $[q_1 = q_3 = 5\mu C]$ والشحنة $(q_2 = -3\mu C)$ و $(a = 10 cm)$. احسب محصلة القوة المؤثرة على الشحنة (q_3) !؟

F13 sin45

F13

F13 cos45

q_2, q_3, q_1, a, F_{23}, 45, $a\sqrt{2}$, r_{13}

<<Sol>> $q_1 = q_3 = 5\mu C = 5 \times 10^{-6}$ C

$q_2 = -3\mu C = -3 \times 10^{-6}$ C

$a = 10$ cm

*) From (q_1, q_3) :-

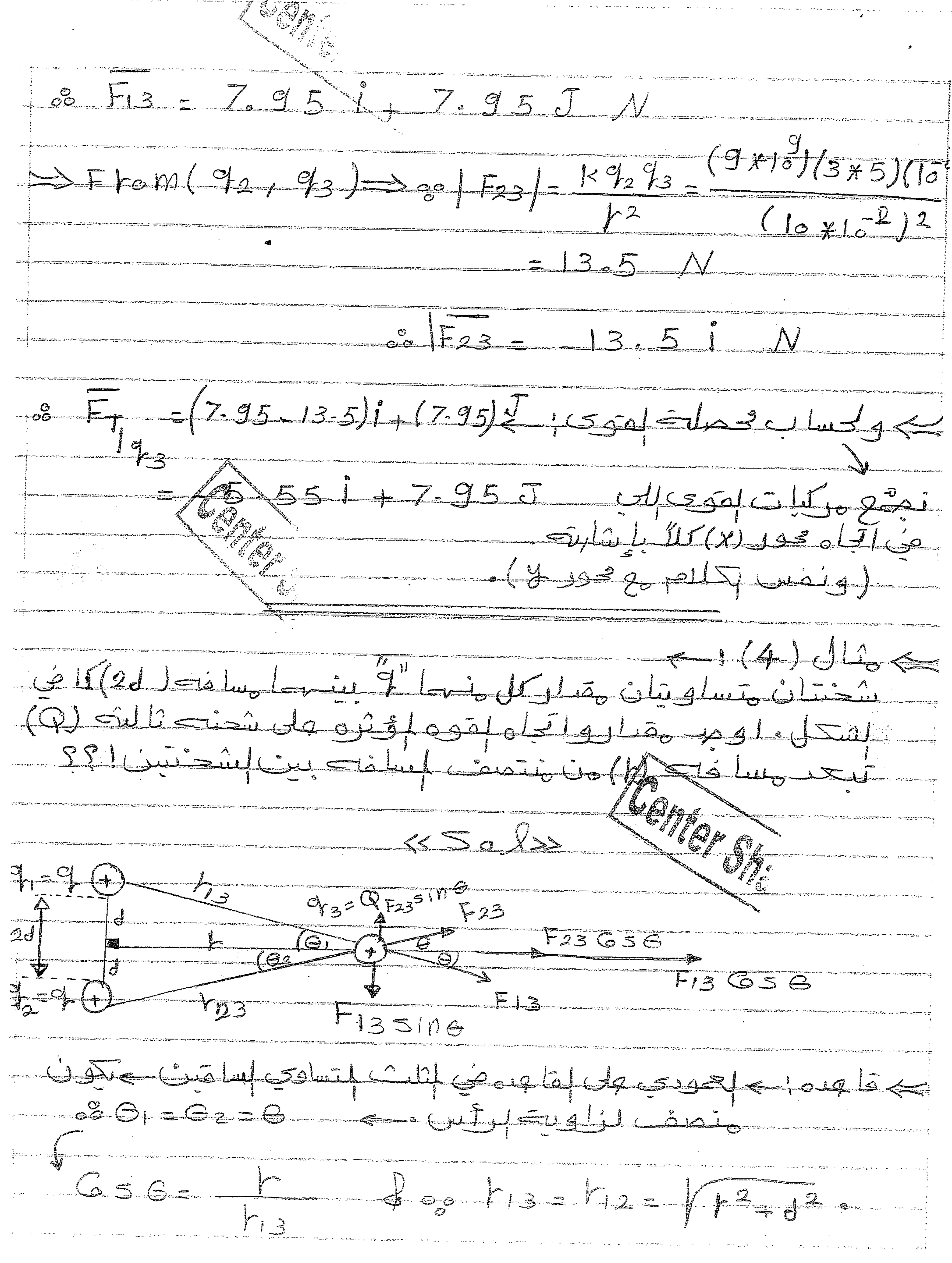
∴ $|F_{13}| = \frac{k q_1 q_3}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(5 \times 10^{-6})^2}{[10 \times \sqrt{2} \times 10^{-2}]^2}$

$= 11.25$ N

$r_{13}^2 = a^2 + a^2 = 2a^2$

∴ $r_{13} = a\sqrt{2}$

∴ $\overline{F_{13}} = 11.25 \cos(45)$ i $+ 11.25 \sin(45)$ J



∴ $\overline{F_{13}} = 7.95\, i + 7.95\, J$ N

⇒ From (q_2, q_3) ⇒ ∴ $|F_{23}| = \frac{k q_2 q_3}{r^2} = \frac{(9\times10^{9})(3\times5)(10^{-…})}{(10\times10^{-2})^2}$

$= 13.5$ N

∴ $\overline{F_{23}} = -13.5\, i$ N

⇐ ولحساب محصلة القوى: ∴ $\overline{F_T}\big|_{q_3} = (7.95 - 13.5)\, i + (7.95)\, J$

$= -5.55\, i + 7.95\, J$

نجمع مركبات القوى التي في اتجاه محور (x) كلاً بإشارته (ونفس الكلام مع محور y).

⇐ مثال (4): ـــ
شحنتان متساويتان مقدار كل منهما "q" بينهما مسافة (2d) كما في الشكل. اوجد مقدار واتجاه القوة المؤثرة على شحنة ثالثة (Q) تبعد مسافة (r) من منتصف المسافة بين الشحنتين!؟؟

<<Sol>>

⇐ قاعدة: ـ العمودي على القاعدة في المثلث المتساوي الساقين يكون منصف للزاوية الرأس. ←
∴ $\theta_1 = \theta_2 = \theta$

$\cos\theta = \frac{r}{r_{13}}$ & ∴ $r_{13} = r_{12} = \sqrt{r^2 + d^2}$.

$\Rightarrow \because F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$ → $\therefore F_{13} = K \frac{q_1 q_3}{r_{13}^2} = \frac{K q Q}{(r^2 + d^2)}$

→ $\therefore F_{23} = K \frac{q_2 q_3}{r_{23}^2} = \frac{K q Q}{(r^2 + d^2)}$

$\Rightarrow \because |F_{13}| = |F_{23}| \quad \& \quad \theta_1 = \theta_2 = \theta$

← ولانا عند التحليل لكلا القوتين ← ∴ المركبات اللي في اتجاه محور (y) هضيع بعض

$\Rightarrow \therefore \bar{F}_T \big|_{q_3} = \left[F_{13} \cos\theta + F_{23} \cos\theta \right] i$

$= 2 \left[F_{13} \cos\theta \right] i = \frac{2 K q Q r}{(r^2 + d^2)^{3/2}} \; i \; N$

← مثال (5): ← نفس المسألة رقم (2) في ال "sheet" .

← مثال (6): ②

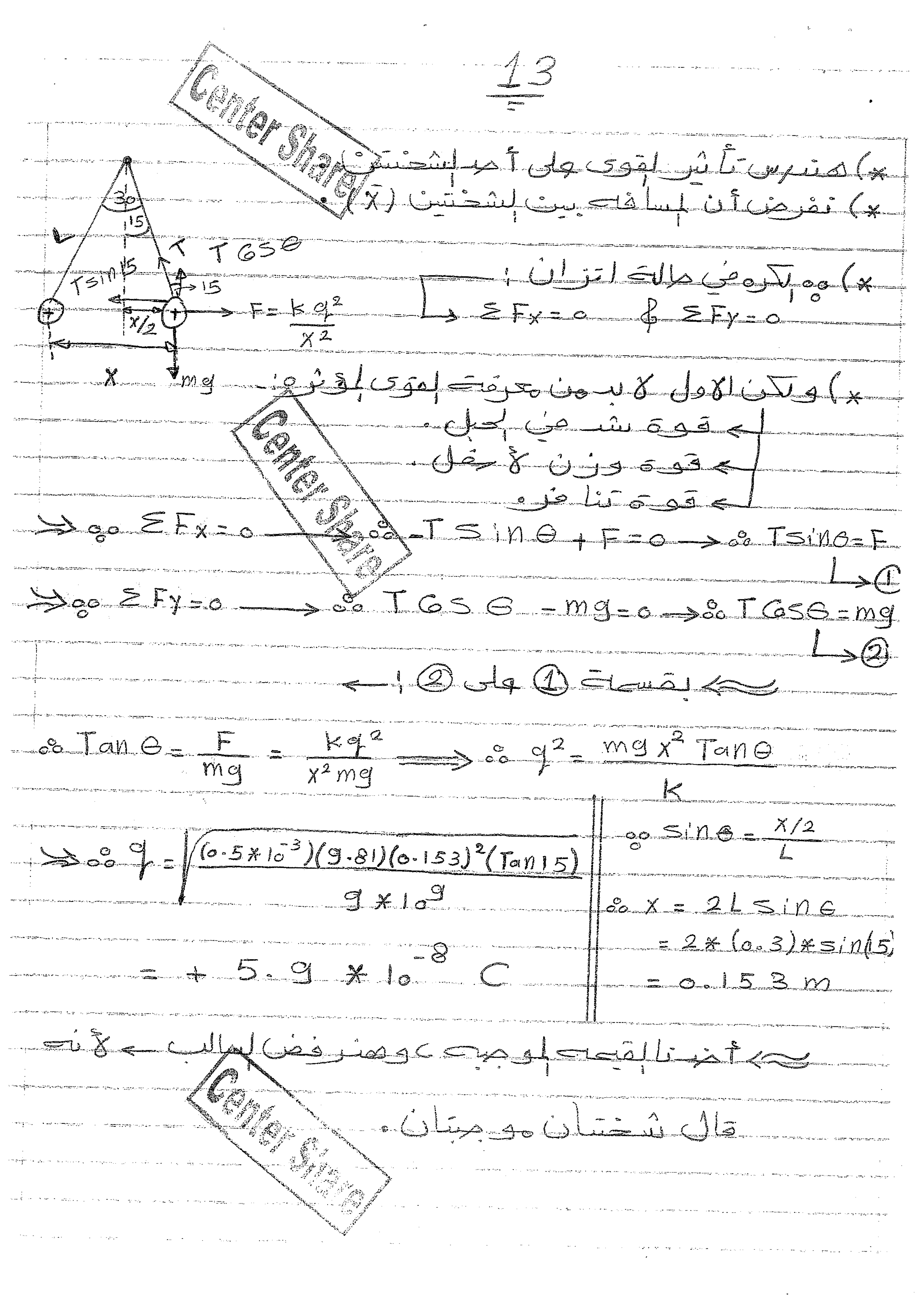
كرتان صغيرتان كتلة كل منهما (0.5 gm)، علقتا من نقطة واحدة بواسطة خيطين ← طول كل منهما (L = 30 cm)، فإذا شحنت كل من الكرتين بشحنة موجبة متساوية، وحدث تنافر بينهما ← بحيث أصبحت الزاوية بين الخيطين (30°).

احسب الشحنة على كلاً من الكرتين !؟

<< الحل >>

$m = 0.5 \ gm$ ، $L = 30 \ cm$ ، $q_1 = q_2 = +ve$ ، $\theta = 30^\circ$

$q_1 = !?$ ، $q_2 = !?$



*) هندرس تأثير القوى على أحد الشحنتين

*) نفرض أن المسافة بين الشحنتين (x)

*) الكرة في حالة اتزان:
→ $\Sigma F_x = 0$ & $\Sigma F_y = 0$

*) ولكن الاول لابد من معرفة القوى المؤثرة:
- قوة شد في الحبل.
- قوة وزن الثقل.
- قوة تنافر.

⇒ ∴ $\Sigma F_x = 0$ ⟶ ∴ $-T\sin\theta + F = 0$ ⟶ ∴ $T\sin\theta = F$ → ①

⇒ ∴ $\Sigma F_y = 0$ ⟶ ∴ $T\cos\theta - mg = 0$ ⟶ ∴ $T\cos\theta = mg$ → ②

⇐ بقسمة ① على ②: ⟵

$$\therefore \tan\theta = \frac{F}{mg} = \frac{kq^2}{x^2 mg} \Longrightarrow \therefore q^2 = \frac{mg\,x^2\tan\theta}{k}$$

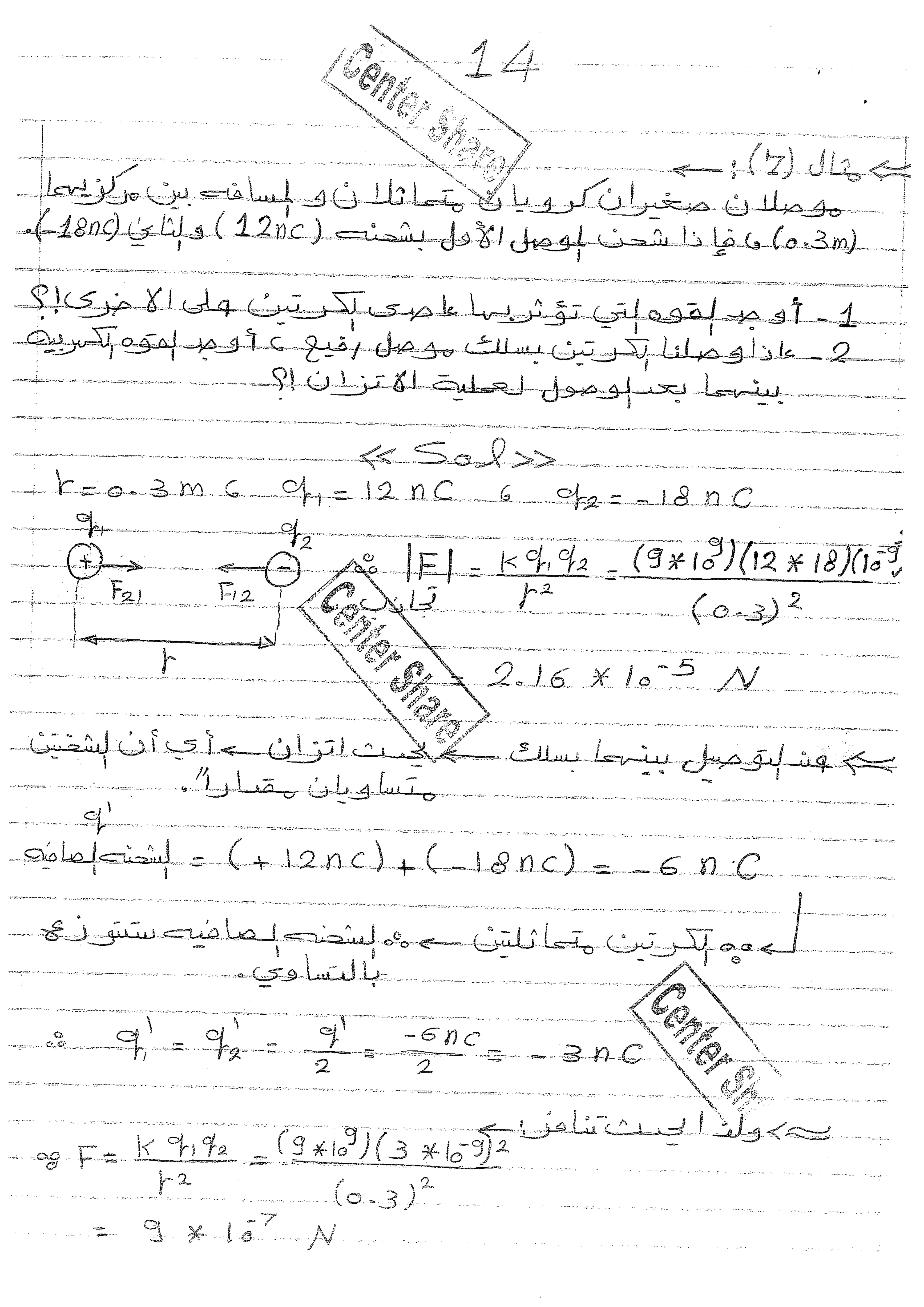
$$\therefore \sin\theta = \frac{x/2}{L}$$

$$\therefore x = 2L\sin\theta = 2*(0.3)*\sin(15) = 0.153\ m$$

$$\Rightarrow \therefore q = \sqrt{\frac{(0.5*10^{-3})(9.81)(0.153)^2(\tan 15)}{9*10^{9}}}$$

$$= +5.9*10^{-8}\ C$$

⇐ أخذنا القيمة الموجبة وهنرفض السالب ← لأنه قال شحنتان موجبتان.



مثال (7) :

موصلان صغيران كرويان متماثلان والمسافة بين مركزيهما (0.3m) ، فإذا شحن الموصل الأول بشحنة (12nC) والثاني (-18nC).

1- أوجد القوة التي تؤثر بها إحدى الكرتين على الأخرى؟

2- إذا وصلنا الكرتين بسلك موصل رفيع ، أوجد القوة الكهربية بينهما بعد الوصول لعملية الاتزان؟

<<Sol>>

$r = 0.3\,m$ ، $q_1 = 12\,nC$ ، $q_2 = -18\,nC$

$\therefore |F| = \frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{(9 \times 10^{9})(12 \times 18)(10^{-9})}{(0.3)^2}$ تجاذب

$= 2.16 \times 10^{-5}\,N$

← عند التوصيل بينهما بسلك ← يحدث اتزان ← أي أن الشحنتين متساويان مقداراً.

q' الشحنة الصافية $= (+12nC) + (-18nC) = -6\,nC$

$\because$ الكرتين متماثلتين ← $\therefore$ الشحنة الصافية ستتوزع بالتساوي.

$\therefore q_1' = q_2' = \frac{q'}{2} = \frac{-6nC}{2} = -3\,nC$

← ولذا يحدث تنافر :

$\therefore F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{(9 \times 10^{9})(3 \times 10^{-9})^2}{(0.3)^2}$

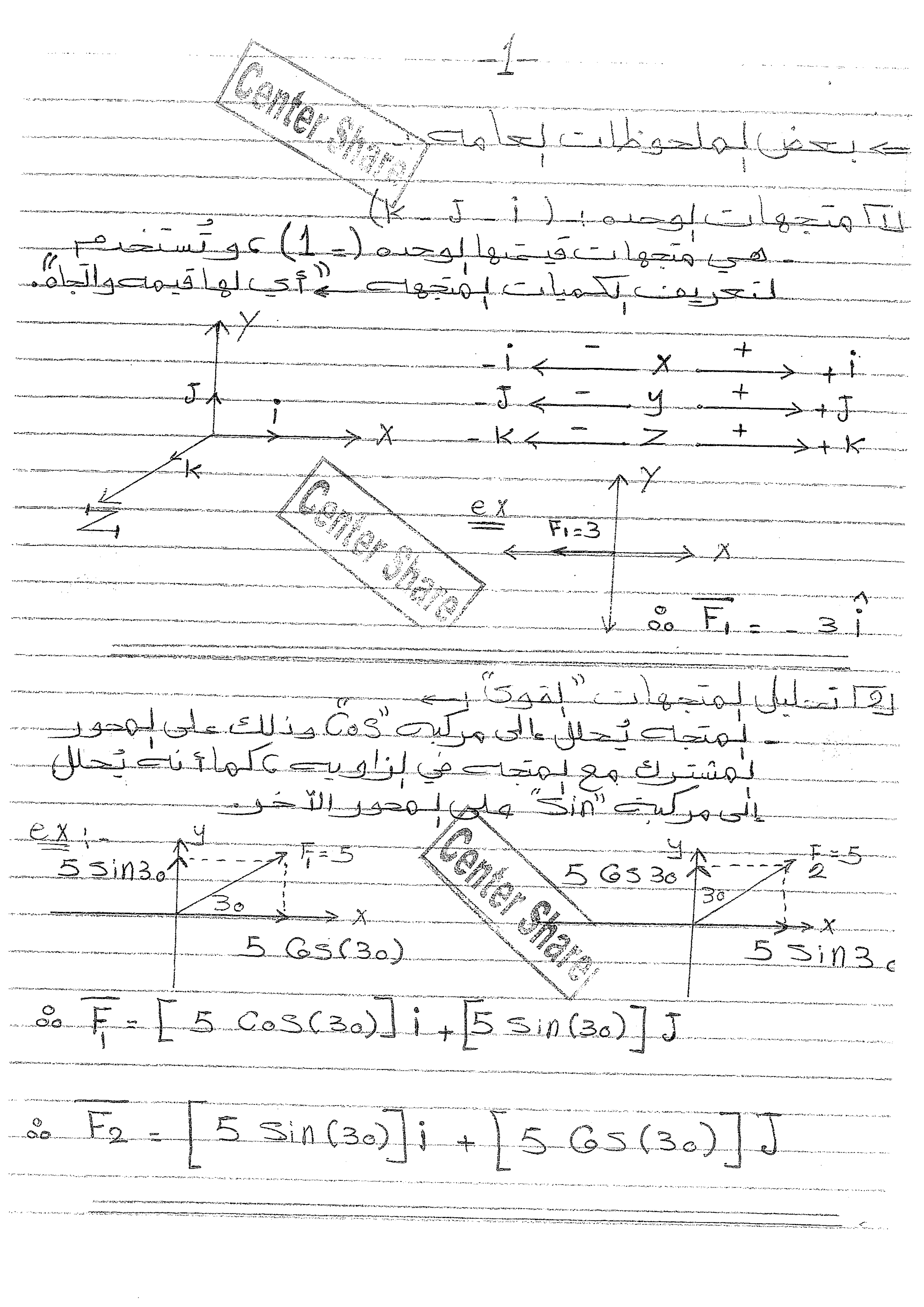
$= 9 \times 10^{-7}\,N$



كهربية

Ch# 1

تلخيص قانون كولوم



⇐ بعض الملحوظات العامة :

[1] متجهات الوحدة : (i ـ J ـ K)

ـ هي متجهات قيمتها الوحدة (= 1) ، وتستخدم لتعريف الكميات المتجهة "أي لها قيمة واتجاه".

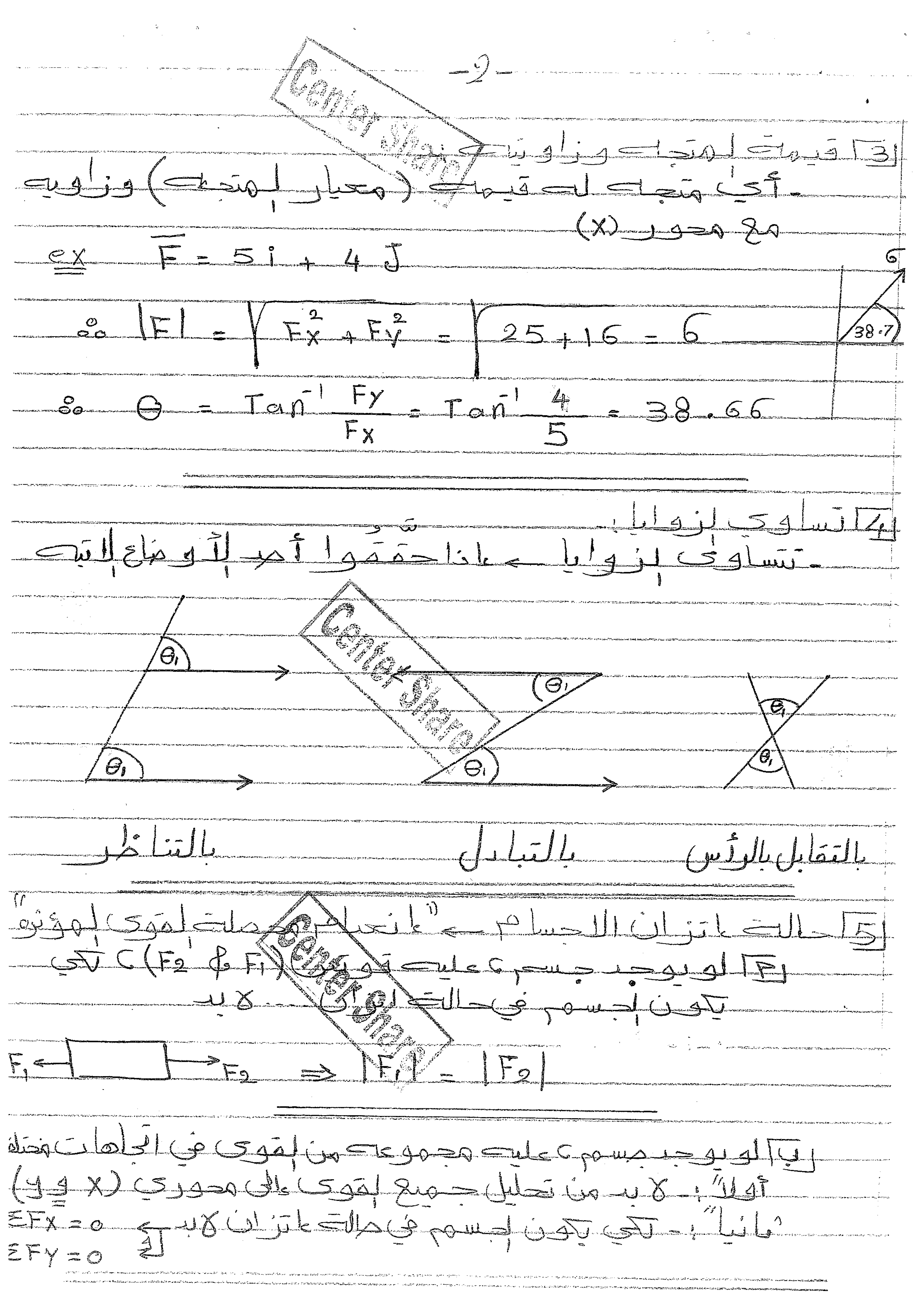
$\therefore \overline{F_1} = -3\hat{i}$

[2] تحليل المتجهات "القوى" :

ـ المتجه يُحلل الى مركبة "Cos" وذلك على المحور المشترك مع المتجه في الزاوية ، كما أنه يُحلل الى مركبة "Sin" على المحور الآخر.

$\therefore \overline{F_1} = [5\ Cos(30)]\, i + [5\ sin(30)]\, J$

$\therefore \overline{F_2} = [5\ Sin(30)]\, i + [5\ Cos(30)]\, J$



3] قيمة المتجه وزاويته

- أي متجه له قيمة (معيار المتجه) وزاوية مع محور (x)

ex $\overline{F} = 5i + 4J$

$$\therefore |F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{25 + 16} = 6$$

$$\therefore \theta = \tan^{-1}\frac{F_y}{F_x} = \tan^{-1}\frac{4}{5} = 38.66$$

4] تساوي الزوايا

- تساوي الزوايا ← إذا حققوا أحد الأوضاع الآتية

بالتقابل بالرأس　　　بالتبادل　　　بالتناظر

5] حالات اتزان الأجسام ← "1" انعدام محصلة القوى المؤثرة "2"

أ] لو يوجد جسم عليه قوتين (F_1 & F_2) لكي يكون الجسم في حالة اتزان لابد

F_1 ← ▭ → F_2 $\Rightarrow |F_1| = |F_2|$

ب] لو يوجد جسم عليه مجموعة من القوى في اتجاهات مختلفة

أولاً: لابد من تحليل جميع القوى على محوري (X و y)

ثانياً: لكي يكون الجسم في حالة اتزان لابد أن

$\Sigma F_x = 0$

$\Sigma F_y = 0$

6) نظرية الزمن :

X = !?

(+) → − → X → X = − (عكسه)

(+) → + → ✓ → X = + (نفسه)

---

7) التحويلات :

ملي m → $*10^{-3}$		K → $*10^{+3}$	كيلو
ميكرو μ → $*10^{-6}$		M → $*10^{6}$	ميجا
نانو n → $*10^{-9}$		G → $*10^{9}$	جيجا
بيكو P → $*10^{-12}$			
فيمتو F → $*10^{-15}$			

Cm $\xrightarrow{*10^{-2}}$ m

جرام g $\xrightarrow{*10^{-3}}$ kg كيلو جرام

---

8) الأجسام المشحونة

الجسم	الكتلة	الشحنة	" " الالة الحاسبة
بروتون	Sh+7+01	Sh+7+23 (+ve)	
نيترون	Sh+7+02	0	
الكترون	Sh+7+03	Sh+7+23 (−ve)	
البوزيترون			

#

قانون كولوم

*) الشحنات الكهربائية (إما موجبة الشحنة أو سالبة).

*) الشحنات المتشابهة تتنافر والشحنات المختلفة تتجاذب

*) الشحن بالتوصيل أو بالتلامس :

ex $q_2 = +100$ $q_1 = 0$

خطوات :

① يتم حساب الشحنة الإجمالية (الصافية) (المنتقلة)

$\Rightarrow q' = (q_1) + (q_2) \Rightarrow$ "مجموع كل شحنة بإشارتها"

$= (+100) + (0) = +100$

② يتم حساب شحنة كلاً من الجسمين بعد التوصيل

$\Rightarrow \therefore q_1' = q_2' = q'/2 = 50 \Rightarrow$ "بشرط أن يكون الجسمان متماثلان"

③ يحدث قوة تنافر $(q_1'$ & $q_2')$.

*) حساب قوة التنافر أو التجاذب : "لا نضع إشارة الشحنة"

$$|F| = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9$$

$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$

[r = m & q = C]

[Sh + Z + 32]

(*) توضيح الإتجهات قوى التجاذب و التنافر

q_1 (+) q_2 (+) — F_{21} ← , → F_{12}

q_1 (−) q_2 (+) — F_{21} → ← F_{12}

q_1 (+) q_2 (+) — F_{21}

← لازم الرقم الثاني ← يكون هو رقم الشحنة اللي كانت واقفة عليها.

(*) فكرة هامة ← مسألة (4 & 12)

$(q_1 \& q_2)$ (q_3)

- لو عندي شحنتين، و المطلوب وضع شحنة ثالثة بحيث تنعدم محصلة القوى على كل شحنة على حده.

⇐ نضع الشحنة الثالثة بجوار الشحنة الأصغر مقداراً (أي بغض النظر عن الاشارات).

م- لو الشحنتين $(q_1 \& q_2)$ شبه بعض في الاشاره

∴ نضع (q_3) بينهما و بجوار الاصغر قيمه.

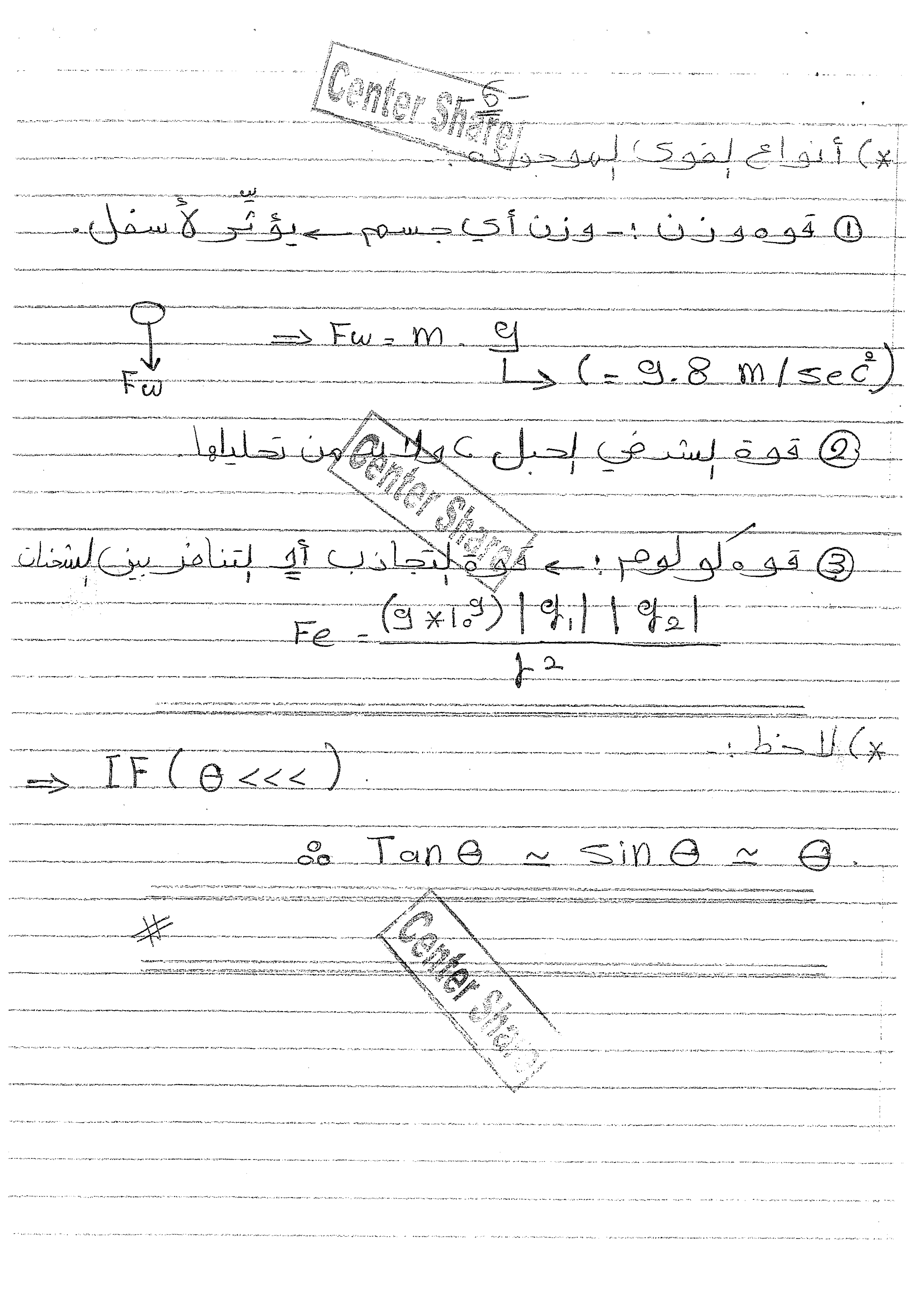
ب- لو الشحنتين $(q_1 \& q_2)$ عكس بعض في الاشاره

∴ نضع (q_3) خارجهما و بجوار الأصغر قيمه.

⇐ حيث لا يوجد أي شحنتين جنب بعض لهم نفس الإشاره

q_3 ⟷ (+) 2MC (−) 4MC

(+) 2MC ⟷ q_3 (+) 4MC



*) أنواع القوى الموجودة

① قوة وزن :- وزن أي جسم ← يؤثر لأسفل.

$$\Rightarrow F_w = m \cdot g$$

$\hookrightarrow (= 9.8\ m/sec^2)$

F_w

② قوة الشد في الحبل ولابد من تحليلها

③ قوة كولوم :- ← قوة التجاذب أو التنافر بين الشحنات

$$F_e = \frac{(9 \times 10^9)\,|q_1|\,|q_2|}{r^2}$$

*) لاحظ :

$\Rightarrow$ IF $(\theta <<<)$

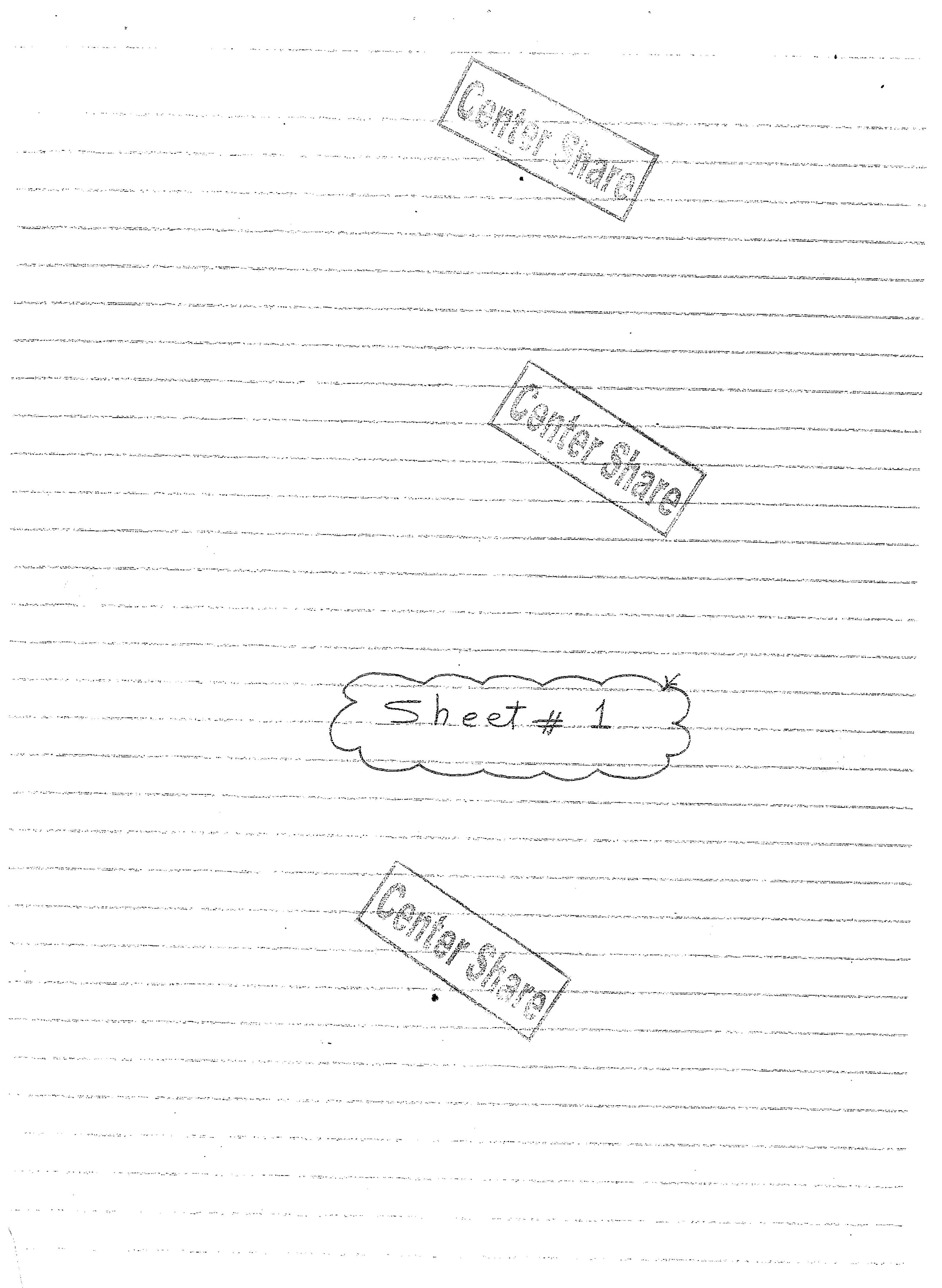
$$\therefore \tan\theta \simeq \sin\theta \simeq \theta.$$

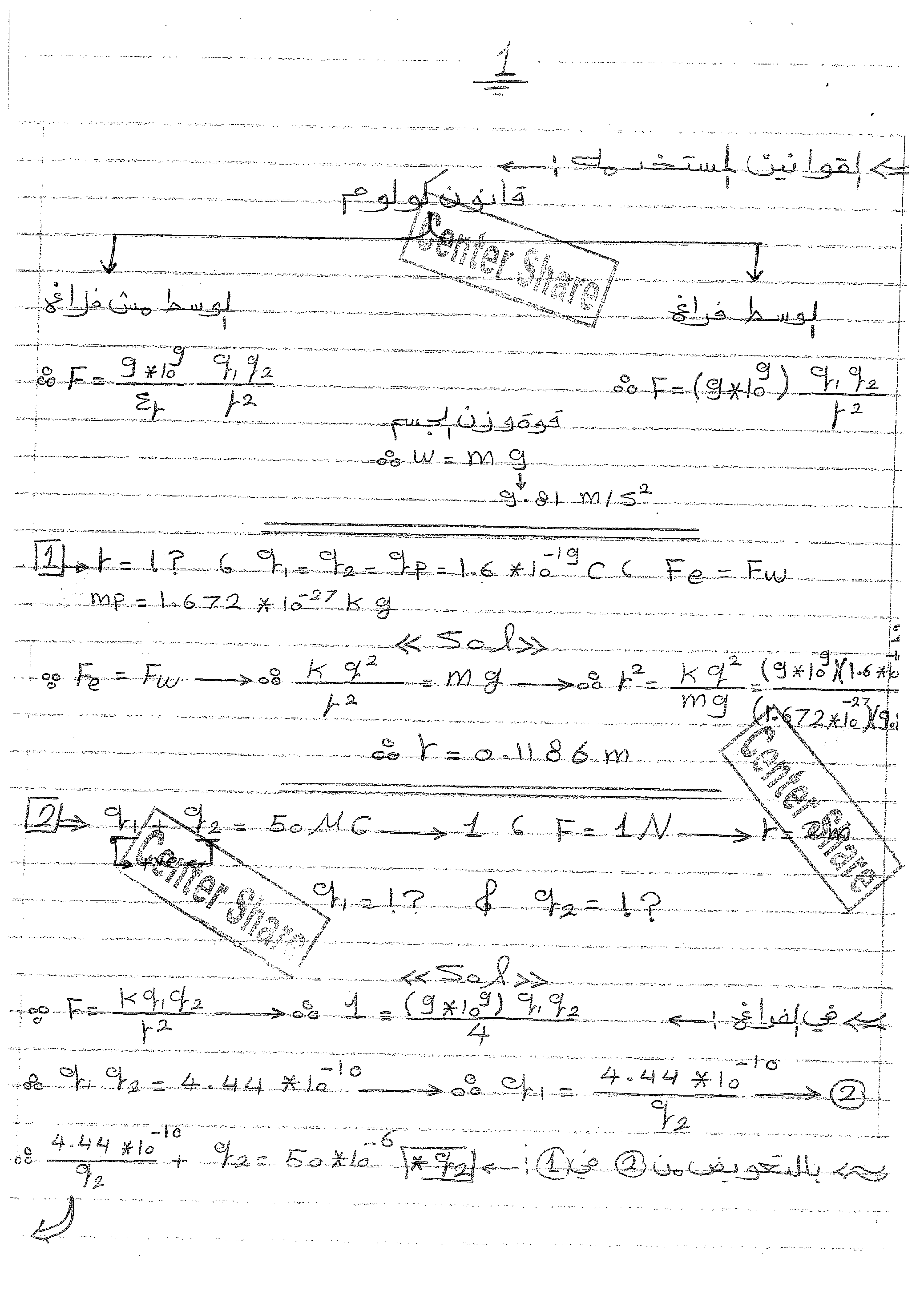
#

Sheet

*) أفكار المسائل :-

	الأفكار	المسائل
1	تحليل متجهات وإيجاد محصلة القوى	3 - 7 - 9
2	الشحن بالتوصيل	5 - 10
3	حالات الاتزان ($\sum F = 0$)	6 - 8 - 11
4	عندك شحنتين ، أين نضع (q_3) لكي تنعدم محصلة القوى على كل شحنة	4 - 12
5	أفكار رياضية وتكوين وحل معادلات	1 - 2


Center Share
Center Share
Sheet # 1
Center Share



⟸ القوانين المستخدمة: ⟵

قانون كولوم

الوسط فراغ

$$\therefore F = (9\times10^{9})\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

الوسط مش فراغ

$$\therefore F = \frac{9\times10^{9}}{\varepsilon_r}\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

قوة وزن الجسم

$$\therefore w = m g$$

$g = 9.81\ m/s^2$

---

[1] → $r = ?$ ، $q_1 = q_2 = q_p = 1.6\times10^{-19}\ C$ ، $F_e = F_w$

$m_p = 1.672\times10^{-27}\ kg$

<< Sol >>

$$\therefore F_e = F_w \longrightarrow \therefore \frac{k q^2}{r^2} = m g \longrightarrow \therefore r^2 = \frac{k q^2}{m g} = \frac{(9\times10^{9})(1.6\times10^{-1}}{(1.672\times10^{-27})(9.8}$$

$$\therefore r = 0.1186\ m$$

---

[2] → $q_1 + q_2 = 50\ \mu C$ → ① ، $F = 1N$ → $r = 2m$

$q_1 = ?$ & $q_2 = ?$

<< Sol >>

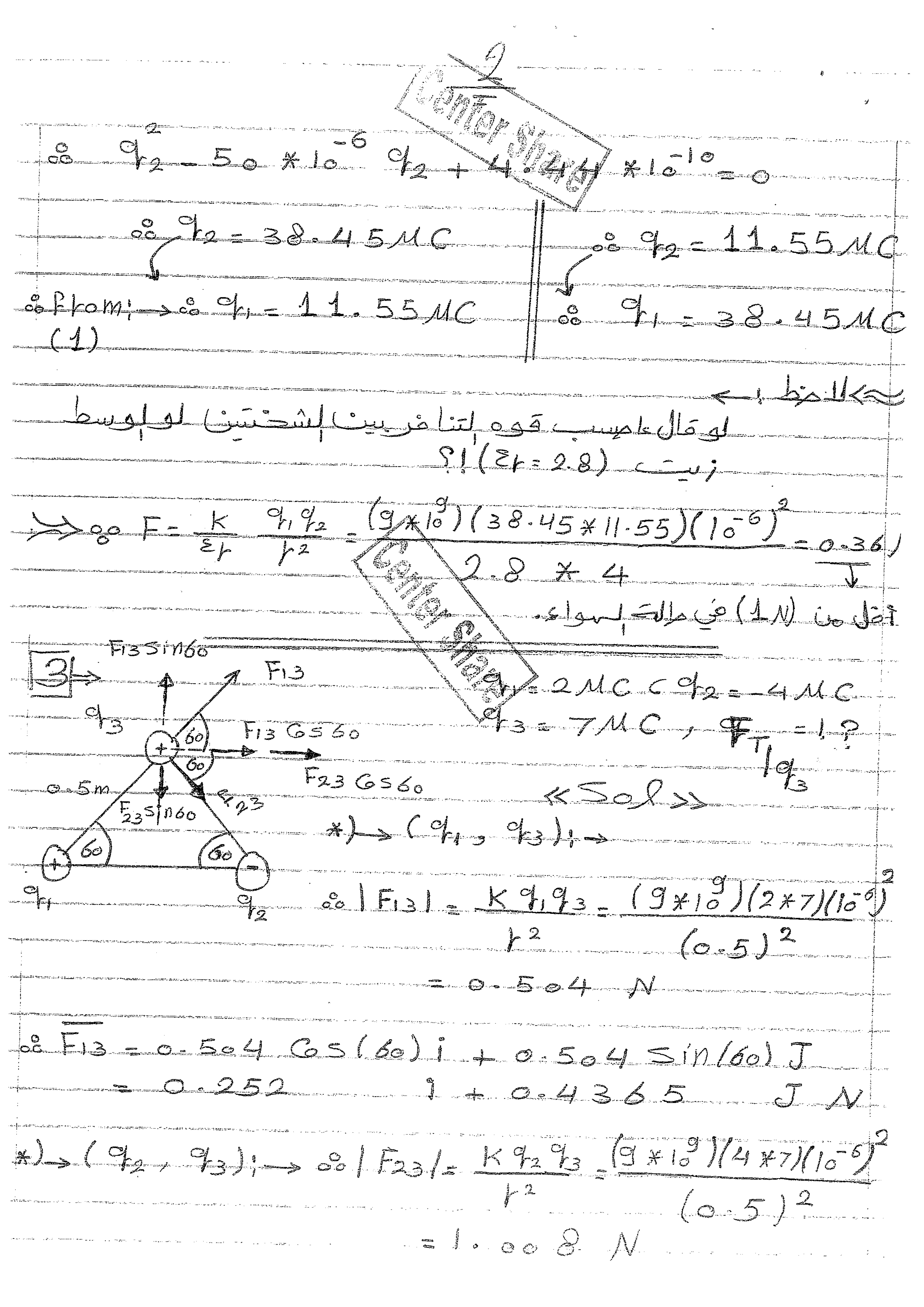
⟸ في الفراغ: ⟵

$$\therefore F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \longrightarrow \therefore 1 = \frac{(9\times10^{9})\, q_1 q_2}{4}$$

$$\therefore q_1 q_2 = 4.44\times10^{-10} \longrightarrow \therefore q_1 = \frac{4.44\times10^{-10}}{q_2} \longrightarrow ②$$

⟸ بالتعويض من ② في ①: ⟵

$$\therefore \frac{4.44\times10^{-10}}{q_2} + q_2 = 50\times10^{-6} \quad [\times q_2]$$



∴ $q_2^2 - 50 \times 10^{-6}\, q_2 + 4.44 \times 10^{-10} = 0$

∴ $q_2 = 38.45\,\mu C$ ‖ ∴ $q_2 = 11.55\,\mu C$

∴ from (1) → ∴ $q_1 = 11.55\,\mu C$ ‖ ∴ $q_1 = 38.45\,\mu C$

⇒ لاحظ :

لو قال احسب قوة التنافر بين الشحنتين لو الوسط زيت ($\varepsilon_r = 2.8$) ؟!

⇒ ∴ $F = \frac{K}{\varepsilon_r} \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(38.45 \times 11.55)(10^{-6})^2}{2.8 \times 4} = 0.36$

↓

أقل من ($1N$) في حالة الهواء.

---

3 ⇒

$q_1 = 2\,\mu C$, $q_2 = -4\,\mu C$

$q_3 = 7\,\mu C$, $F_T|_{q_3} = ?$

« Sol »

*) → (q_1 , q_3) : →

∴ $|F_{13}| = \frac{K q_1 q_3}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(2 \times 7)(10^{-6})^2}{(0.5)^2}$

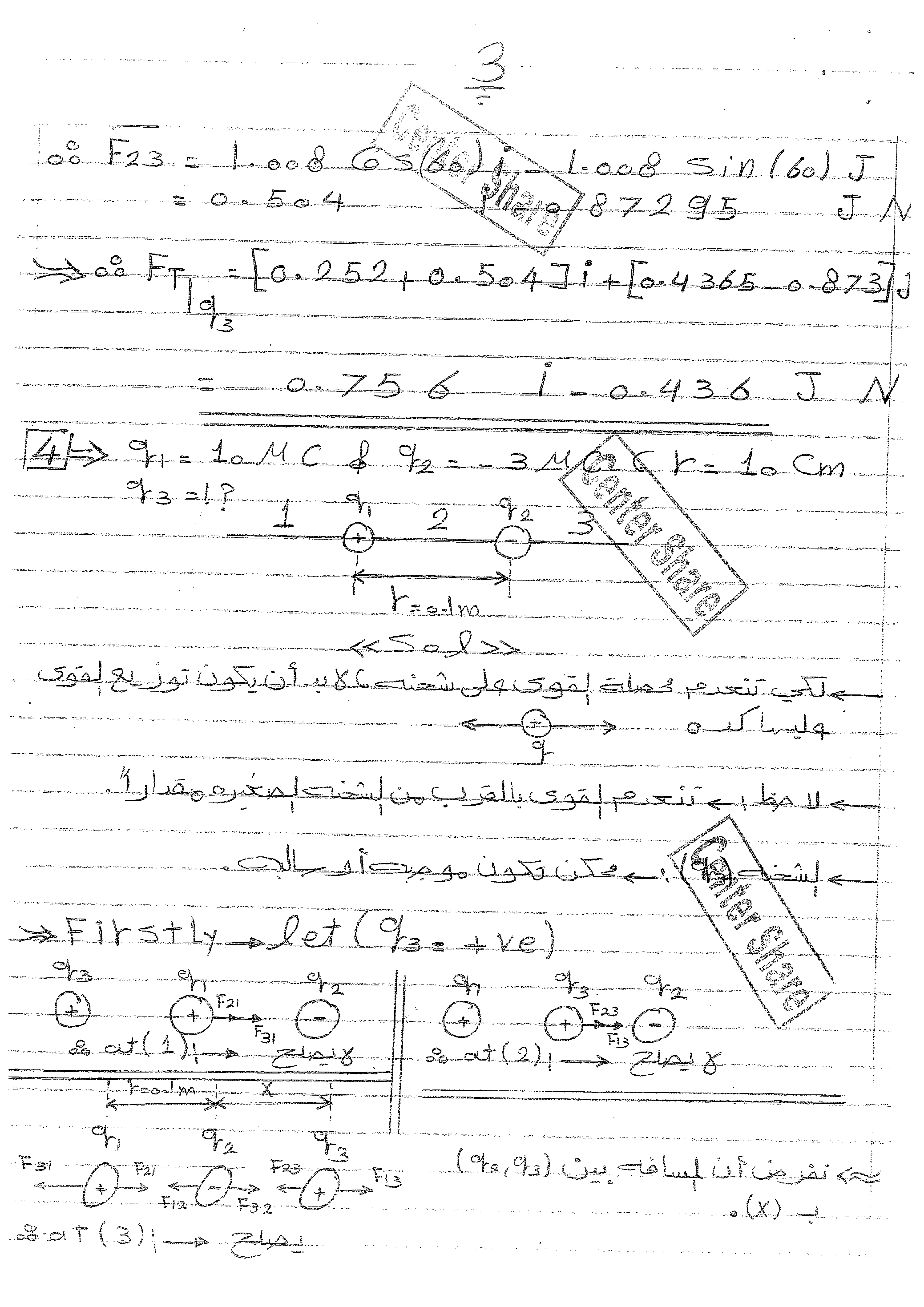
$= 0.504\ N$

∴ $\overline{F_{13}} = 0.504 \cos(60)\, i + 0.504 \sin(60)\, J$

$= 0.252\, i + 0.4365\, J\ N$

*) → (q_2 , q_3) : → ∴ $|F_{23}| = \frac{K q_2 q_3}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(4 \times 7)(10^{-6})^2}{(0.5)^2}$

$= 1.008\ N$



∴ $\overline{F_{23}} = 1.008\cos(60)\,i - 1.008\sin(60)\,J$

$= 0.504\,i - 0.87295\,J$ N

⇒ ∴ $F_{T}\big|_{q_3} = [0.252 + 0.504]\,i + [0.4365 - 0.873]\,J$

$= 0.756\,i - 0.436\,J$ N

4 ⇒ $q_1 = 10\,\mu C$ & $q_2 = -3\,\mu C$, $r = 10\,cm$

$q_3 = !?$

<<Sol>>

← لكي تنعدم محصلة القوى على شحنة ما لابد أن يكون توزيع القوى عليها كالتالي

← لاحظ: تنعدم القوى بالقرب من الشحنة الصغرى مقداراً.

← الشحنة (q_3): ممكن تكون موجبة أو سالبة.

⇒ Firstly → let ($q_3 = +ve$)

∴ at (1): → لا يصلح

∴ at (2): → لا يصلح

∴ at (3): → يصلح

⇐ نفرض أن المسافة بين (q_2, q_3) بـ (X).

≈> دور على الشحنة التي تحط بمجالك في مجهول ← فدائماً
طبق $(\Sigma F=0)$ وتستنتج مجهولة القيمة (q_3).

at (q_3): → $\therefore F_T|_{q_3} = F_{13} - F_{23} = 0 \rightarrow \therefore F_{13} = F_{23}$

$$\therefore \frac{K q_1 \cancel{q_3}}{(r+x)^2} = \frac{K q_2 \cancel{q_3}}{x^2} \longrightarrow \therefore \left(\frac{r+x}{x}\right)^2 = \frac{q_1}{q_2} = \frac{10\mu}{3\mu} = \frac{10}{3}$$

$$\therefore \frac{r}{x} + 1 = \sqrt{10/3} = 1.8 \longrightarrow \therefore \frac{0.1}{x} = 1.8 - 1 = 0.8$$

$$\therefore x = \frac{0.1}{0.8} = 1/8 \ m$$

≈> لو قال أوجب قيمة (q_3): ← هنا ممكن نطبق عند (q_1) أو (q_2)

$$\Rightarrow \therefore F_T|_{q_1} = 0 = F_{21} - F_{31} \longrightarrow \therefore F_{21} = F_{31}$$

$$\therefore \frac{K \cancel{q_1} q_2}{r^2} = \frac{K \cancel{q_1} q_3}{(r+x)^2} \longrightarrow \therefore \left(\frac{r+x}{r}\right)^2 = \frac{q_3}{q_2}$$

$$\therefore q_3 = q_2 \left(\frac{r+x}{r}\right)^2 = (3 \times 10^{-6})\left(1 + \frac{1/8}{0.1}\right)^2 = 14.52 \mu C$$

⇒ Secondly: → let (q_3 = −ve)

q_3 (−) ← F_{23}, F_{13} → ; q_1 (+) ← F_{31}, F_{21} → ; q_2 (−) ← F_{12}, F_{32} → ; x ; $r = 0.1m$

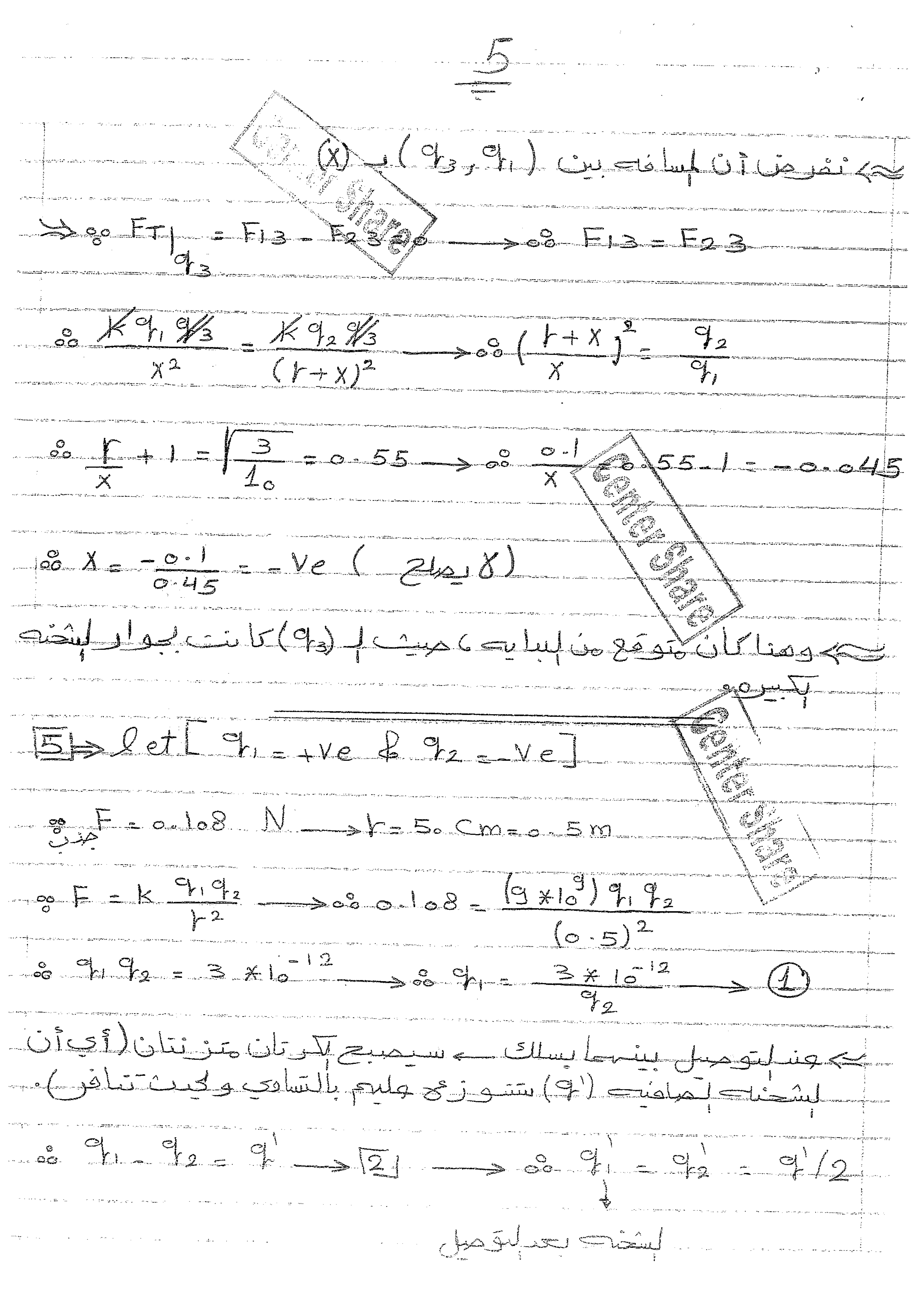
at (1): → يصلح

q_1 (+) F_{21} →, F_{31} → ; q_3 (−) ; q_2 (−)

at (2) → لا يصلح

q_1 (+) F_{21} →, F_{31} → ; q_2 (−) ; q_3 (−)

at (3) → لا يصلح



⟵ نفرض أن المسافة بين (q_1 , q_3) بـ (X)

$\therefore F_T|_{q_3} = F_{13} - F_{23} = 0 \longrightarrow \therefore F_{13} = F_{23}$

$\therefore \frac{k q_1 q_3}{x^2} = \frac{k q_2 q_3}{(r+x)^2} \longrightarrow \therefore \left(\frac{r+x}{x}\right)^2 = \frac{q_2}{q_1}$

$\therefore \frac{r}{x} + 1 = \sqrt{\frac{3}{10}} = 0.55 \longrightarrow \therefore \frac{0.1}{x} = 0.55 - 1 = -0.045$

$\therefore x = -\frac{0.1}{0.45} = -ve$ (لا يصلح)

⟵ وهذا كان متوقع من البداية، حيث أن (q_3) كانت بجوار الشحنة الكبيرة.

5 ⟹ let $[q_1 = +ve \ \& \ q_2 = -ve]$

$\therefore F_{جذب} = 0.108\ N \longrightarrow r = 50\ cm = 0.5\ m$

$\therefore F = k\frac{q_1 q_2}{r^2} \longrightarrow \therefore 0.108 = \frac{(9*10^9)\, q_1 q_2}{(0.5)^2}$

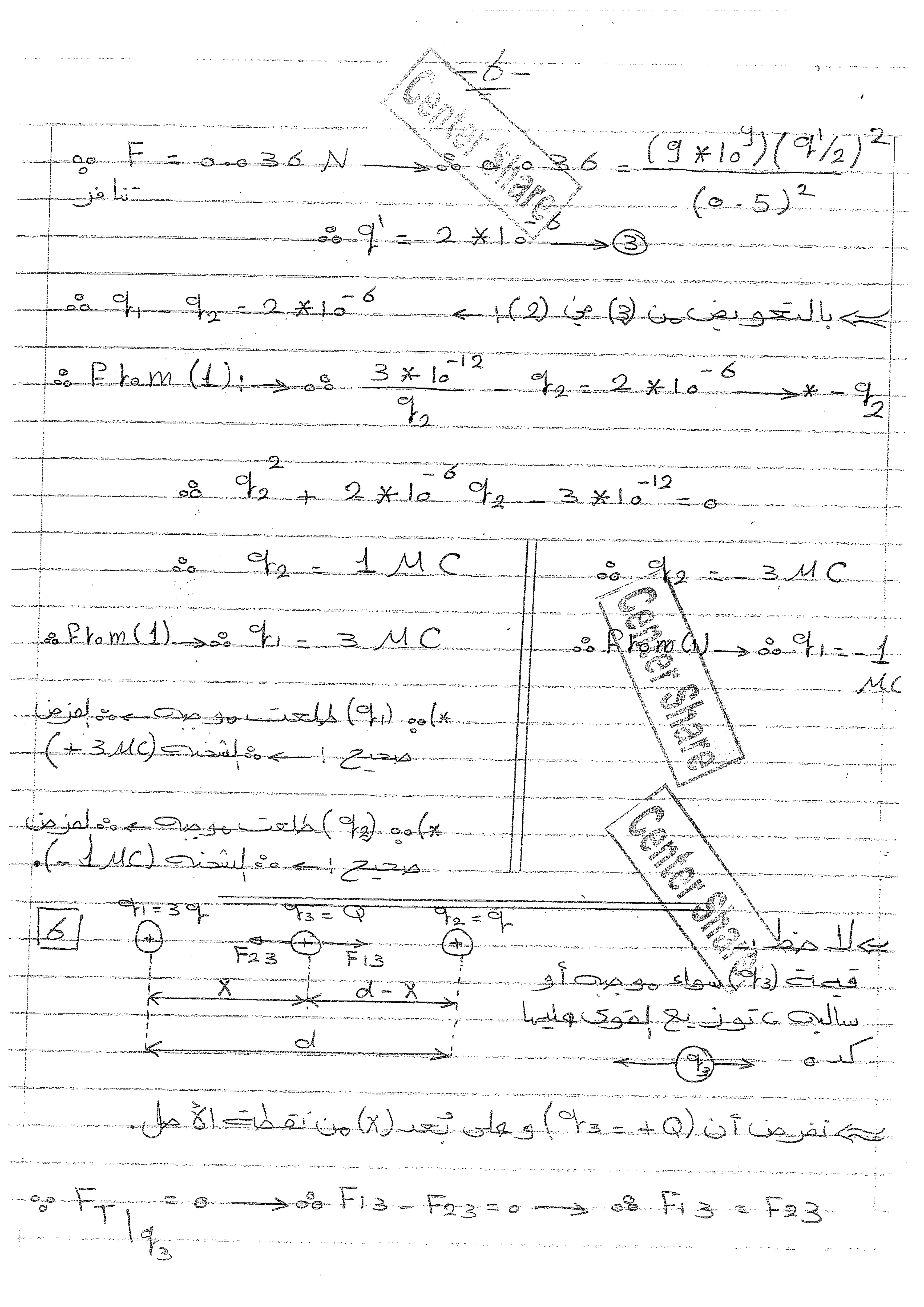
$\therefore q_1 q_2 = 3*10^{-12} \longrightarrow \therefore q_1 = \frac{3*10^{-12}}{q_2} \longrightarrow (1)$

⟵ عند التوصيل بينهما بسلك ← سيصبح الكرتان متزنتان (أي أن الشحنة الصافية (q') ستوزع عليهم بالتساوي وبحيث تنافر).

$\therefore q_1 - q_2 = q' \longrightarrow [2] \longrightarrow \therefore q_1' = q_2' = q'/2$

↓

الشحنة بعد التوصيل



$\therefore F = 0.036\ N \longrightarrow \therefore 0.36 = \frac{(9 \times 10^9)(q'/2)^2}{(0.5)^2}$

تنافر

$\therefore q' = 2 \times 10^{-6} \longrightarrow (3)$

بالتعويض من (3) في (2): ← $\therefore q_1 - q_2 = 2 \times 10^{-6}$

$\therefore From\ (1): \longrightarrow \therefore \frac{3 \times 10^{-12}}{q_2} - q_2 = 2 \times 10^{-6} \longrightarrow \times -q_2$

$\therefore q_2^2 + 2 \times 10^{-6}\, q_2 - 3 \times 10^{-12} = 0$

$\therefore q_2 = 1\ \mu C$	$\therefore q_2 = -3\ \mu C$
$\therefore From\ (1) \longrightarrow \therefore q_1 = 3\ \mu C$	$\therefore From\ (1) \longrightarrow \therefore q_1 = -1\ \mu C$

*) ∴ (q_1) طلعت موجبة ← ∴ الفرض صحيح ، ← ∴ الشحنة ($+3\mu C$)

*) ∴ (q_2) طلعت موجبة ← ∴ الفرض صحيح ، ← ∴ الشحنة ($-1\mu C$).

6

لاحظ: قيمة (q_3) سواء موجبة أو سالبة، توزيع القوى عليها كده (q_3)

نفرض أن ($q_3 = +Q$) وعلى بعد (x) من نقطة الأصل

$\therefore F_T|_{q_3} = 0 \longrightarrow \therefore F_{13} - F_{23} = 0 \longrightarrow \therefore F_{13} = F_{23}$

$\therefore F_{13} = F_{23} \longrightarrow \therefore \dfrac{k(3q)Q}{x^2} = \dfrac{k\,q\,Q}{(d-x)^2}$

$\therefore \left(\dfrac{d-x}{x}\right)^2 = \dfrac{1}{3} \longrightarrow \therefore \dfrac{d}{x} - 1 = \dfrac{1}{\sqrt{3}}$

$\therefore \dfrac{d}{x} = \dfrac{1}{\sqrt{3}} + 1 = 1.577 \Rightarrow \therefore x = \dfrac{d}{1.577} = 0.634\,d$

ملحوظة:

و بشحنة (q_3) مقبولة بأي إشارة.

7

$q_1 = q$, $q_2 = 2q$, $q_3 = 3q$, $q_4 = 4q$; sides a, diagonal $a\sqrt{2}$; F_{41}, F_{31}, F_{21}, $F_{31}\sin 45$, $F_{31}\cos 45$, $45°$

1

*) From (q_2 & q_1):-

$\therefore |F_{21}| = \dfrac{k q_1 q_2}{r_{12}^2} = \dfrac{k q (2q)}{a^2}$

$\therefore \overline{F_{21}} = k\,\dfrac{2q^2}{a^2}\,i\ N$

2

*) From (q_3 & q_1):-

$\therefore |F_{31}| = \dfrac{k q_1 q_3}{r_{13}^2} = \dfrac{k(q)(3q)}{2a^2}$

$= k\,\dfrac{3q^2}{2a^2}\ N$

$\therefore \overline{F_{31}} = F_{31}\cos(45)\,i + F_{31}\sin(45)\,J$

3

*) From (q_4 & q_1):-

$\therefore |F_{41}| = \dfrac{k q_1 q_4}{r_{14}^2} = \dfrac{k q (4q)}{a^2}$

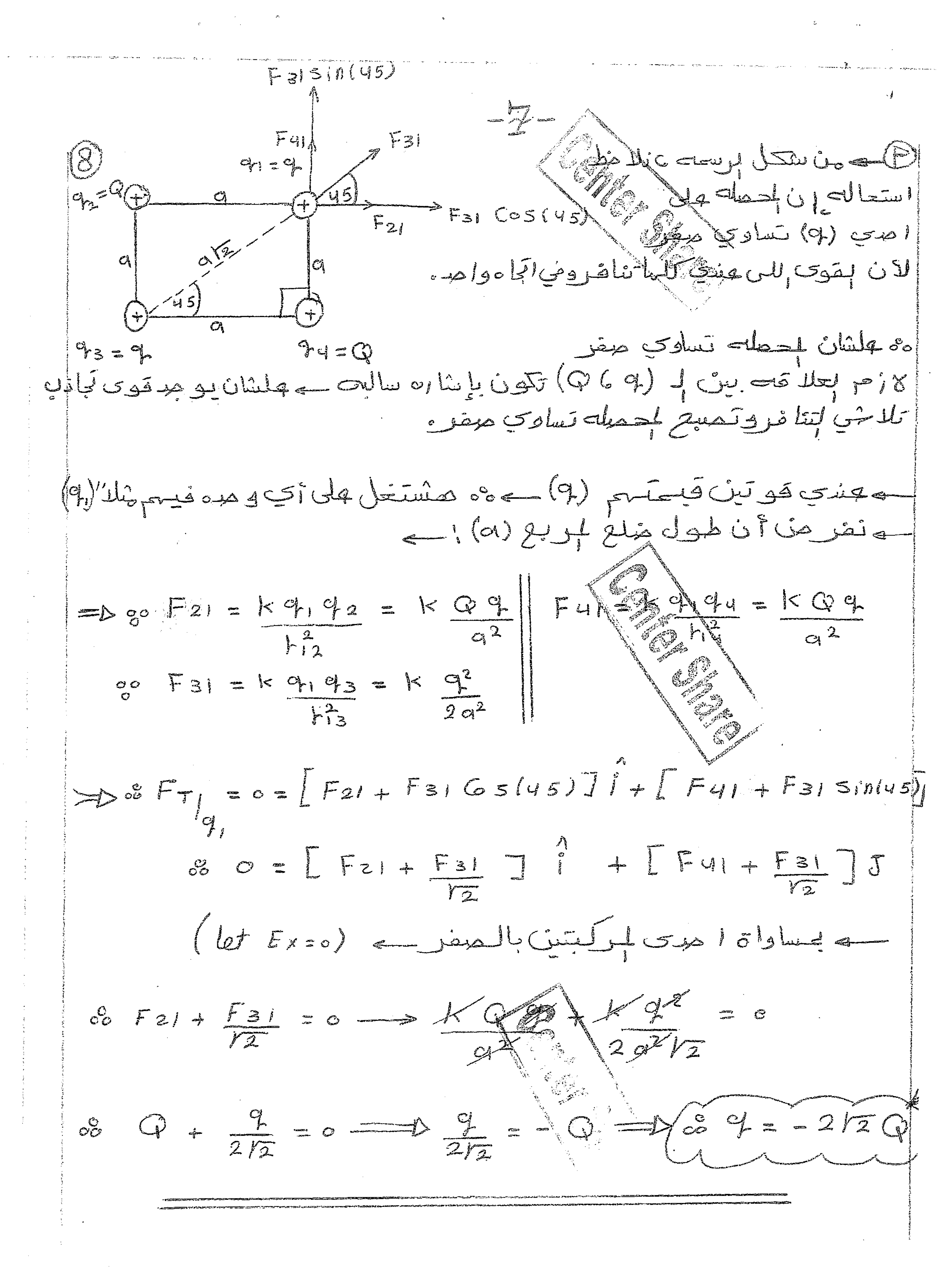
$= k\,\dfrac{4q^2}{a^2}\ N$

$\therefore \overline{F_{41}} = F_{41}\,J = k\,\dfrac{4q^2}{a^2}\,J$

$\therefore F_{T|q_1} = \left[F_{21} + F_{31}\cos(45)\right] i + \left[F_{31}\sin(45) + F_{41}\right] J$

$= \left[\dfrac{kq^2}{a^2}\left(2 + \dfrac{3}{2\sqrt{2}}\right)\right] i + \left[k\,\dfrac{q^2}{a^2}\left(4 + \dfrac{3}{2\sqrt{2}}\right)\right] J$

$= k\left(\dfrac{q}{a}\right)^2 \left[3.06\,i + 5.06\,J\right]\ N.$



(P) ← من شكل المربع نلاحظ
استحالة إن المحصلة على
أحدى (q) تساوي صفر
لأن القوى اللي عندي كلها تنافر وفي اتجاه واحد.

∴ علشان المحصلة تساوي صفر
لازم العلاقة بين الـ (Q ، q) تكون بإشارة سالبة ← علشان يوجد قوى تجاذب
تلاشي التنافر وتصبح المحصلة تساوي صفر.

← عندي قوتين قيمتهم (q) ← ∴ هشتغل على أي واحدة فيهم مثلاً "(q_1)"
← نفرض أن طول ضلع المربع (a) ←

$$\Rightarrow \therefore F_{21} = \frac{k q_1 q_2}{r_{12}^2} = k\frac{Qq}{a^2} \qquad F_{41} = \frac{k q_1 q_4}{r_{14}^2} = \frac{kQq}{a^2}$$

$$\therefore F_{31} = \frac{k q_1 q_3}{r_{13}^2} = k\frac{q^2}{2a^2}$$

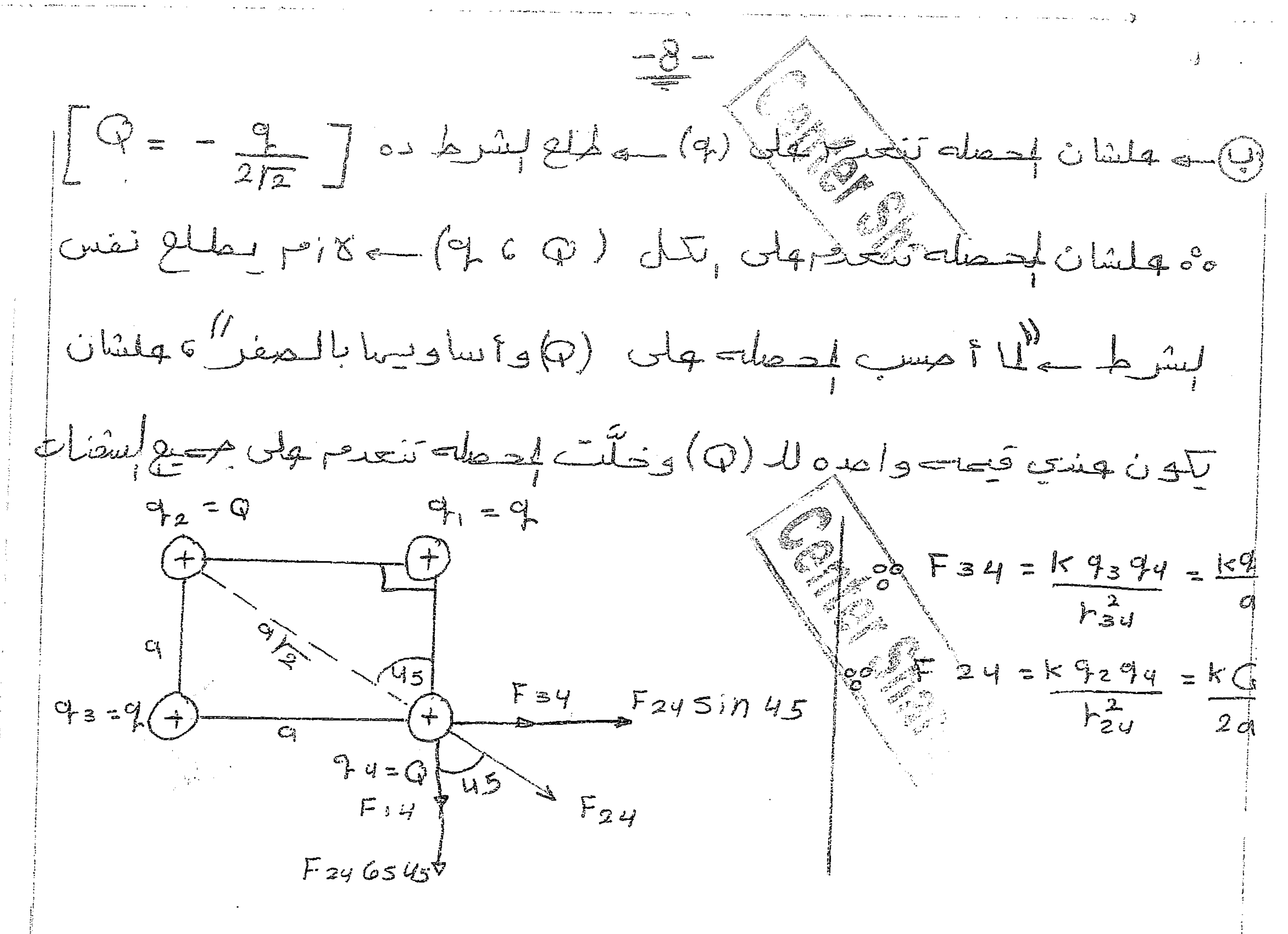
$$\Rightarrow \therefore F_T\big|_{q_1} = 0 = [F_{21} + F_{31}\cos(45)]\,\hat{i} + [F_{41} + F_{31}\sin(45)]\,\hat{j}$$

$$\therefore 0 = \left[F_{21} + \frac{F_{31}}{\sqrt{2}}\right]\hat{i} + \left[F_{41} + \frac{F_{31}}{\sqrt{2}}\right]\hat{j}$$

← بمساواة احدى المركبتين بالصفر ← (let $E_x = 0$)

$$\therefore F_{21} + \frac{F_{31}}{\sqrt{2}} = 0 \longrightarrow \frac{kQq}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2\sqrt{2}} = 0$$

$$\therefore Q + \frac{q}{2\sqrt{2}} = 0 \longrightarrow \frac{q}{2\sqrt{2}} = -Q \Longrightarrow \therefore q = -2\sqrt{2}\,Q$$



$$\Rightarrow \therefore F_T\Big|_{q_4} = \left[F_{34} + F_{24}\sin(45)\right]\hat{i} - \left[F_{14} + F_{24}\cos(45)\right]\hat{j}$$

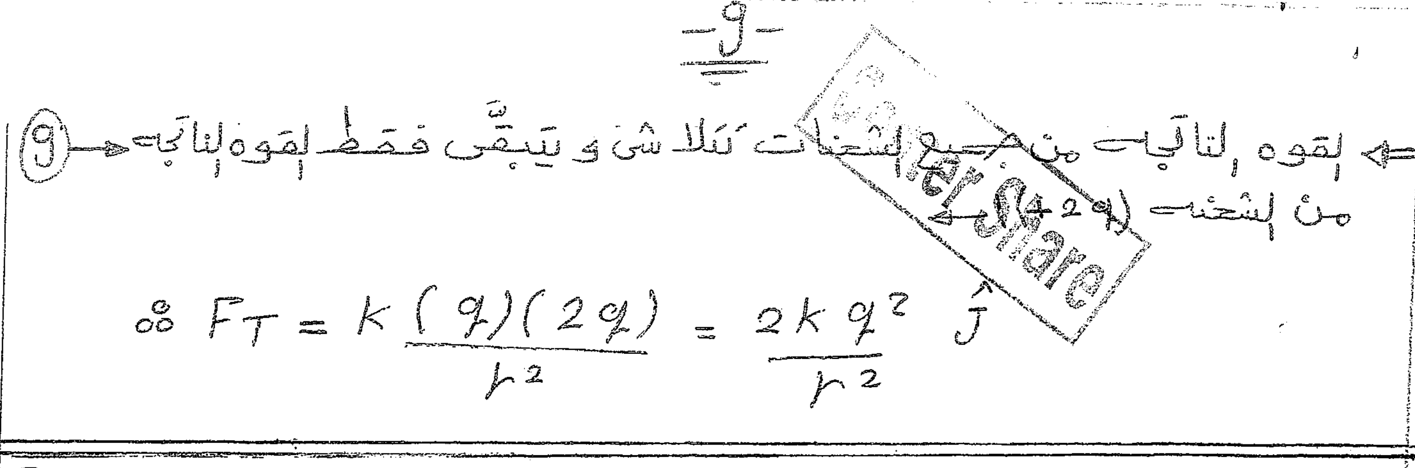
$$\therefore 0 = F_{34} + F_{24}\sin(45)$$

$$0 = \frac{kqQ}{a^2} + \frac{kQ^2}{2\sqrt{2}\,a^2} \Rightarrow \therefore q + \frac{Q}{2\sqrt{2}}$$

$$\therefore \frac{Q}{2\sqrt{2}} = -q \longrightarrow \therefore Q = -2\sqrt{2}\,q$$

∴ نلاحظ من (P ، ب) أنه لايمكن وضع قيمة لل "Q" حتى تنعدم القوى على جميع الشحن في نفس الوقت

⇐ حل آخر: ← احسب (F_T) على أحد الـ "Q" وعوض بقيمة الـ "Q" التي حسبتها من (P) لو المحصله طلعت بصفر ← ∴ هيه دي قيمة الـ "Q" التي تخلي المحصله تساوي صفر على جميع الشحنات.



⟸ القوه الناتجه من جميع الشحنات تتلاشى و يتبقى فقط القوه الناتجه من الشحنه (2q) ⟵ (9)

$$\therefore F_T = k\frac{(q)(2q)}{r^2} = \frac{2kq^2}{r^2}\hat{J}$$

---

(10) ⟵

(أ) ∴ الكره في حالة اتزان ⟸ ∴ محصلة القوى في كلاً من اتجاهي (X ، Y) = صفر

$$\longrightarrow \therefore \Sigma F_x = 0 \Longrightarrow \therefore F = T\sin\theta \longrightarrow ①$$

$$\therefore \Sigma F_y = 0 \Longrightarrow \therefore mg = T\cos\theta \longrightarrow ②$$

$$\Longrightarrow \text{By divid } (1 \div 2): \longrightarrow \therefore \frac{F}{mg} = \tan\theta \longrightarrow \therefore \frac{kq^2}{x^2 mg} = \tan\theta \longrightarrow ③$$

$$\Longrightarrow \therefore \theta \lll \longrightarrow \therefore \tan\theta \simeq \sin\theta \simeq \theta \longrightarrow \tan\theta = \frac{x/2}{L}$$

$$\Longrightarrow \therefore \text{From } (3) \Longrightarrow \therefore \frac{kq^2}{x^2 mg} = \frac{x}{2L} \longrightarrow \therefore x^3 = \frac{2kq^2L}{mg}$$

$$\therefore X = \left(\frac{2kq^2L}{mg}\right)^{1/3}$$

(ب) ⟸ إذا تسربت احدى الشحنتين الى الارض ⟵ فتتحرك الكتله في اتجاه قوة الشد (Tsinθ) ⟸ أي لم يعد يوجد قوة تنافر بين الشحنتين.

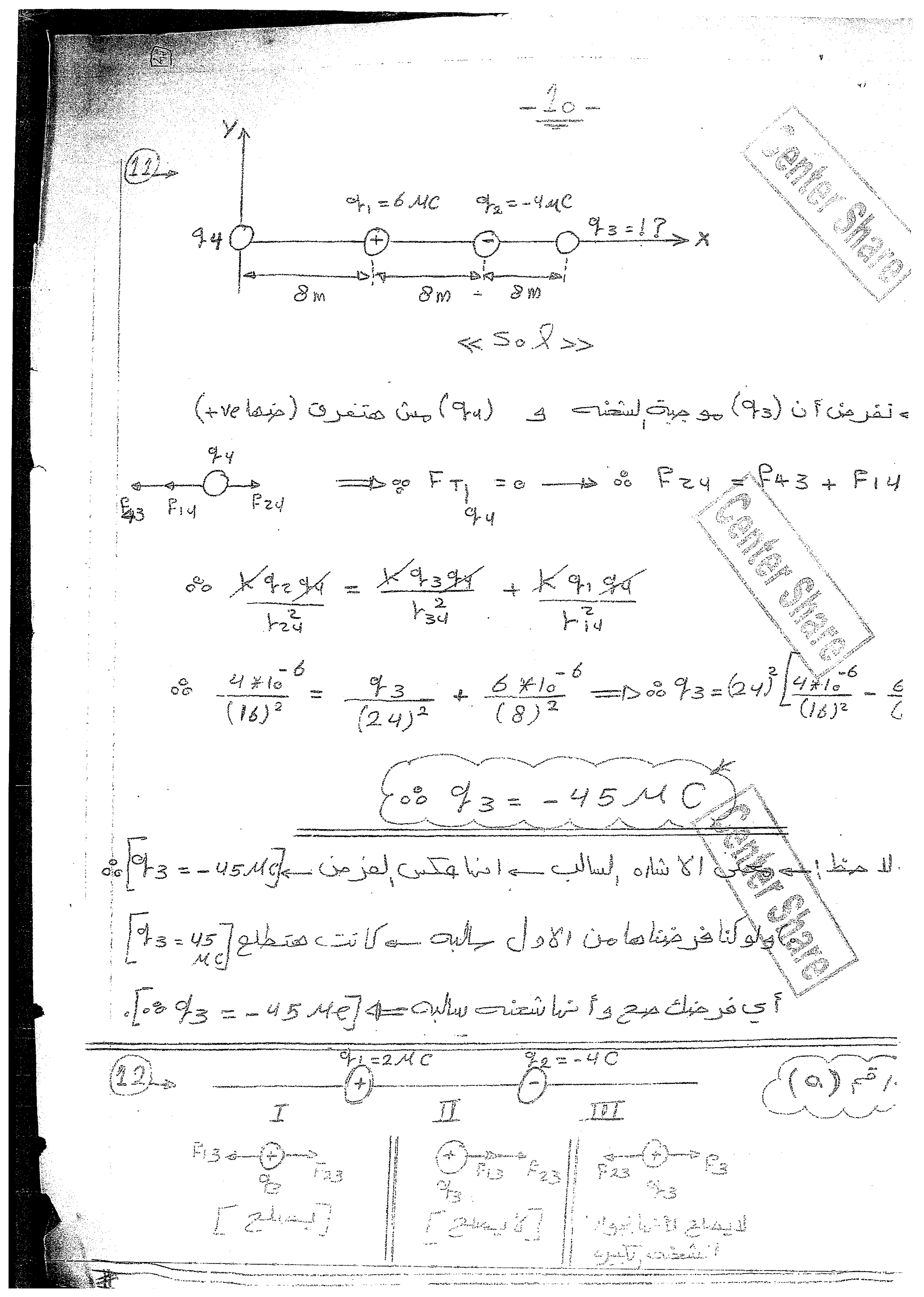
⟵ حتى تتلامس الكرتين معاً و يصلوا لحالة اتزان كهربي و تصبح الشحنه عليهم

$$q' = q + 0 = q$$

⟵ ثم يحدث شحن بالتوصيل فتتوزع الشحنه (q') عليهم (حيث نصيب كل كره $[\frac{q}{2}]$)

ثم يحدث تنافر و تصبح المسافه الجديده بينهما

$$x' = \left[\frac{2k(\frac{q}{2})^2 L}{mg}\right]^{1/3} \Longrightarrow (\therefore q = q/2)$$



(11)

<< Sol >>

- نفرض أن (q_3) موجبة لشحنة ك (q_4) مش هتفرق (فرضها +ve)

$\Rightarrow \therefore F_{T_{q_4}} = 0 \longrightarrow \therefore F_{24} = F_{43} + F_{14}$

$$\therefore \frac{k q_2 q_4}{r_{24}^2} = \frac{k q_3 q_4}{r_{34}^2} + \frac{k q_1 q_4}{r_{14}^2}$$

$$\therefore \frac{4\times10^{-6}}{(16)^2} = \frac{q_3}{(24)^2} + \frac{6\times10^{-6}}{(8)^2} \Rightarrow \therefore q_3 = (24)^2\left[\frac{4\times10^{-6}}{(16)^2} - \frac{6}{(}\right.$$

$$\therefore q_3 = -45\mu C$$

لاحظ: معنى الاشارة السالب ← احنا عكس الفرض ← [$q_3 = -45\mu C$] ∴

ولو كنا فرضناها من الأول سالبة ← كانت هتطلع [$q_3 = 45\mu C$]

أي فرضك صح و أنها شحنة سالبة ← [$\therefore q_3 = -45\mu C$].

(12)

رقم (9)